

**PENGARUH EMISI KENDARAAN
BERMOTOR TERHADAP KERAPATAN TRIKOMA
PADA DAUN ANGSANA (*Pterocarpus indicus* willd) SEBAGAI TANAMAN
PELINDUNG JALAN**



Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas Dan Memenuhi Syarat-Syarat Guna
Menindak Lanjuti Pembuatan Skripsi Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan
(S.Pd.) dalam Ilmu Tarbiyah



Oleh

Masruroh Tri Agustin
141106330

Jurusan : Pendidikan Biologi

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
RADEN INTAN LAMPUNG
1440 H / 2018 M**

**PENGARUH EMISI KENDARAAN
BERMOTOR TERHADAP KERAPATAN TRIKOMA
PADA DAUN ANGSANA (*Pterocarpus indicus willd*) SEBAGAI TANAMAN
PELINDUNG JALAN**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas Dan Memenuhi Syarat-Syarat Guna
Menindak Lanjuti Pembuatan Skripsi Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan
(S.Pd.) dalam Ilmu Tarbiyah

Oleh

Masrurah Tri Agustin

141106330

Jurusan : Pendidikan Biologi



Pembimbing I : Dr. Hj. Nilawati Tajuddin, M.Si.

Pembimbing II : Marlina Kamelia, M.Sc.

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
RADEN INTAN LAMPUNG
1440 H / 2018 M**

**PENGARUH EMISI KENDARAAN BERMOTOR TERHADAP KERAPATAN
TRIKOMA PADA DAUN ANGSA (*Pterocarpus indicus* Willd) SEBAGAI
TANAMAN PELINDUNG JALAN**

Oleh :

Masruroh Tri Agustin

1411060330

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh emisi kendaraan bermotor terhadap kerapatan trikoma pada daun angsa sebagai tanaman pelindung jalan. Hal tersebut didasari oleh emisi gas buang yang dapat mengganggu struktur fisiologi dan anatomi daun tanaman angsa. Sampel diambil di dua lokasi yang berbeda tingkat pencemarannya, yaitu di Jalan Soekarno-Hatta yang tinggi polusi dan di UIN Raden Intan Lampung yang rendah polusinya. Parameter yang diteliti meliputi kerapatan trikoma, panjang trikoma, dan diameter trikoma. Parameter tersebut kemudian dianalisis menggunakan uji t Independen melalui aplikasi SPSS 16.0. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerapatan trikoma UIN RIL 7,37, panjang trikoma 128 μ m, diameter trikoma 23,77 μ m. Kerapatan trikoma jalan Soekarno-Hatta 16,37/mm², panjang trikoma 111 μ m, diameter trikoma 23,08 μ m. Analisis uji t menunjukkan kerapatan trikoma dan panjang trikoma berbeda nyata pada nilai signifikansi 0,000 ($p < 0,05$) sedangkan diameter trikoma tidak berbeda dengan nilai signifikansi 0,255 ($p > 0,05$). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa emisi kendaraan bermotor mempengaruhi kerapatan trikoma daun angsa sebagai tanaman pelindung jalan.

Kata kunci : emisi kendaraan, kerapatan trikoma, pohon angsa (*Pterocarpus indicus* Willd)

MOTTO

قُلْ إِنِّي نُهِيتُ أَنْ أَعْبُدَ الَّذِينَ تَدْعُونَ مِنْ دُونِ اللَّهِ قُلْ لَا اتَّبِعُ أَهْوَاءَكُمْ قَدْ ضَلَلْتُ إِذَا وَمَا أَنَا مِنَ الْمُهْتَدِينَ ٥٦

Artinya : *“Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik” (Al’A’raf : 56)*



KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga buku praktikum ini dapat diselesaikan. Buku ini berjudul “Penuntun Praktikum Biologi” yang berisi penuntun praktikum dalam pelajaran Biologi materi Fotosintesis. Dengan adanya buku ini diharapkan dapat membantu kelancaran pelaksanaan kegiatan praktikum bagi siswa siswi SMA kelas XI semester ganjil.

Praktikum merupakan bagian dari pemantapan dan pendalaman materi Biologi. Di dalam buku penuntun ini, selain teori juga dijelaskan tata cara pelaksanaan praktikum. Meskipun demikian, siswa siswi diharapkan mempelajari literatur yang mendukung.

Penulis menyadari buku penuntun praktikum biologi ini belum sempurna, sehingga kritik dan saran sangat diharapkan demi kesempurnaan buku ini. Demikian buku penuntun praktikum Biologi ini dibuat, semoga dapat dimanfaatkan sebaik baiknya.

Bandar Lampung, 7 Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

Kata pengantar.....	i
Tata tertib praktikum.....	ii
Daftar isi.....	iii
Pendahuluan.....	1
A. Tujuan praktikum.....	1
B. Teori Dasar.....	1
C. Alat dan bahan	4
D. Cara kerja	5
E. Hasil pengamatan.....	6
Daftar pustaka	



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Transportasi merupakan sektor yang berkontribusi besar terhadap kemajuan suatu negara. Sektor transportasi merupakan sektor yang memiliki peran penting dalam pembangunan ekonomi Indonesia. Tingkat perkembangan sektor transportasi mencerminkan besarnya nilai pembangunan ekonomi yang sedang berlangsung saat ini. Perkembangan sarana dan prasarana yang memadai menjadi mutlak bagi perkembangan dan pembangunan kota. Lampung merupakan provinsi yang sedang berkembang. Provinsi Lampung memiliki alur transportasi yang sangat padat, terutama di wilayah ibu kota provinsi yaitu Bandar Lampung.¹

Bandar Lampung merupakan kota penghubung bagi kendaraan-kendaraan yang berasal dari pulau Sumatera menuju pulau Jawa ataupun sebaliknya. Kota Bandar Lampung berada di tengah-tengah jalur lintas pulau Sumatra dan pulau Jawa, selain itu Bandar Lampung merupakan ibukota provinsi Lampung. Bandar Lampung merupakan tempat pusat kegiatan, mulai dari pemerintahan sampai aktifitas jasa dan perdagangan maka Bandar Lampung memiliki tingkat volume

¹Riska Andria Lina, Endro Sutrisno, Haryono Setyo Huboyo. "Kajian Emisi Gas Rumah Kaca (CO₂, CH₄ dan N₂O) akibat Aktivitas Kendaraan (Studi Kasus Area Sukun dan Terminal Terboyo)". *Jurnal Teknik Lingkungan*, Volume 5, Nomor 2. (2016). h. 2

kendaraan yang tinggi.² Berdasarkan data pusat statistik (BPS) pada tahun 2014, kota Bandar Lampung memiliki jumlah kendaraan bermotor mencapai 2.471.621 unit dan akan meningkat setiap tahunnya.³

Jumlah kendaraan yang tinggi akan menyebabkan lalu lintas menjadi padat. Jalan yang dipakai dalam waktu bersamaan akan menyebabkan kemacetan. Terdapat beberapa titik kemacetan di kota Bandar Lampung, yaitu di jalan Soekarno-Hatta, Jalan Raden Intan, Jalan Teuku Umar, RA Kartini, Jalan Ahmad Yani, dan Jalan Zainal Abidin. Jalan yang relatif padat dan rawan kemacetan adalah jalan Soekarno-Hatta. Jalan tersebut terletak di pusat kota yang merupakan jalan lintas utama kota Bandar Lampung. Jalan Soekarno-Hatta dilintasi oleh kendaraan yang berasal dari pusat kota dan pusat perdagangan menuju luar kota dan sebaliknya.

Kemacetan membuat pergerakan lalu lintas menjadi lambat. Pergerakan lalu lintas dengan kecepatan rendah akan menghasilkan emisi gas buang lebih banyak. Emisi gas buang kendaraan bermotor mengandung bahan pencemar, 60% dari bahan pencemar yang dihasilkan terdiri dari karbon oksida (CO_x), 15% terdiri dari hidrokarbon (HC), sisanya adalah nitrogen oksida (NO_x), sulfur oksida (SO_x) dan partikulat debu. Emisi gas buang kendaraan bermotor

²Sigit Prasetyo, "Kinerja Kantor Transportasi Bandar Lampung dalam Sistem Pengendalian Traffic Area (ATCS) di Bandar Lampung, (Skripsi Jurusan Ilmu Administrasi Negara, Fakultas Ilmu Sosial dan Politik, Universitas Lampung, Lampung, 2016), h. 84

³Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung (On-Line), tersedia di <https://lampung.bps.go.id> (5 Februari 2018)

berdampak negatif terhadap lingkungan yaitu dapat menyebabkan pencemaran udara.⁴

Pencemaran udara yaitu masuk atau dimasukannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke udara dan atau berubahnya tatanan udara oleh kegiatan manusia atau proses alam sehingga kualitas udara turun hingga ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara menjadi kurang atau tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No.41 Tahun 1999 tentang pengendalian pencemaran udara ditetapkan kadar dari pencemaran udara. Baku mutu udara nasional karbon monoksida (CO) adalah $15.000 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, sulfur dioksida (SO_2) adalah $632 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, dan nitrogen dioksida (NO_2) adalah $316 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Pencemaran udara yang disebabkan oleh gas polutan dari kendaraan bermotor merupakan presentase paling besar dalam pencemaran udara keseluruhan yaitu mencapai 60 – 70%, kemudian dari industri 10 – 15% dan sisanya berasal dari rumah tangga, pembakaran sampah dan lain lain.⁵

Studi bappenas tahun 2009 menyatakan bahwa Indonesia adalah salah satu negara dengan tingkat polusi udara tertinggi ketiga di dunia. Kontribusi emisi gas buang kendaraan bermotor sebagai sumber polusi udara terbesar mencapai 60-70%, dibanding dengan industri yang hanya berkisar antara 10-15%. Sisanya berasal dari rumah tangga, pembakaran sampah, kebakaran hutan/ladang dan lain-

⁴Lukmanul Hakim, Priambudi T.P., Azka. L.Z. “Efektifitas Jalur Hijau dalam Mengurangi Polusi Udara oleh Kendaraan Bermotor”. *Jurnal Arsitektur NALARs*, Volume 16, Nomor 1 (Januari 2017) h. 91

⁵Irma Dita Kurniawati, Ulfa Nurulita, Mifbakhudin, “Indikator Pencemaran Udara Berdasarkan Jumlah Kendaraan dan Kondisi Iklim”. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*, Volume 12, Nomor 2 (2017), h. 20

lain. Hal ini diakibatkan oleh laju pertumbuhan kepemilikan kendaraan bermotor yang tinggi. Kendaraan bermotor di Indonesia saat ini sudah mengalami pertumbuhan sebesar 10% per tahun, hal tersebut menjadi faktor paling dominan penyebab tingginya pencemaran udara.⁶

Antisipasi pencemaran udara dapat dikurangi dengan penanaman pohon pelindung jalan. Pohon merupakan filter biologis yang dapat menyerap polutan di udara. Pohon pelindung jalan merupakan pohon yang ditanam di sisi-sisi jalan sebagai pelindung pengguna jalan dari terik panas matahari, menahan terpaan angin kencang dan sebagai pembatas jalan. Keberadaan pohon pelindung begitu penting karena mereka mampu mengabsorpsi beberapa jenis polutan dengan efektif.⁷

Pencemaran udara menyebabkan kerusakan tanaman dan terganggunya pertumbuhan pada tanaman tersebut. Pencemaran udara mengakibatkan perubahan biokimia sel yang akan diikuti oleh perubahan fisiologi tanaman. Tanaman yang berada di wilayah tercemar emisi gas buang akan menyerap gas-gas lain kedalam jaringan mesofil daun pada saat proses asimilasi CO₂. Masuknya polutan secara bersama-sama seiring membukanya stomata pada siang hari saat terjadinya fotosintesis diduga menyebabkan menurunnya laju reaksi fotosintesis. Stomata membuka secara maksimal pada siang hari pada saat proses fotosintesis. Pada saat yang bersamaan emisi gas buang dikeluarkan oleh kendaraan, sehingga

⁶Bagus Irawan, "Rancang Bangun Catalytic Converter Material Substrat Berlapis Mangan untuk Mereduksi Emisi Gas Karbonmonoksida Motor Bensin". *Seminar Hasil-Hasil Penelitian*. (2012), h. 410

⁷Luki Anisa Nurul Fatia, Medha Baskara, Sitawati. "Analisis Kemampuan Tanaman Semak di Median Jalan dalam Menterap Logam Berat Pb". *Jurnal Produksi Tanaman*, Volume 3, Nomor 7 (Oktober 2015), h. 529

memungkinkan masuknya gas-gas polutan ke dalam jaringan mesofil. Konsentrasi polutan di dalam jaringan daun berpengaruh terhadap proses fotosintesis. Apabila proses fotosintesis pada tanaman terganggu, maka proses pertumbuhan tanaman tersebut pun akan terganggu.⁸

Allah SWT telah menjelaskan tentang kerusakan yang ada di Bumi ini yaitu pada Al-Qur'an surat Ar Rum ayat 41 :

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ٤١

Artinya : “Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)”.

“Makna surat Ar-Rum Ayat 41 menurut Tafsir Jalalain yaitu, (Telah nampak kerusakan di darat) disebabkan terhentinya hujan dan menipisnya tumbuh-tumbuhan (dan di laut) maksudnya di negeri-negeri yang banyak sungainya menjadi kering (disebabkan perbuatan tangan manusia) berupa perbuatan-perbuatan maksiat. Supaya kami merasakan kepada mereka (sebagian dari akibat perbuatan mereka) sebagai hukumannya (agar mereka kembali) supaya mereka bertobat dari perbuatan-perbuatan maksiat”.⁹

Tanaman angkana merupakan satu dari sekian banyak jenis tanaman pelindung yang sering ditemukan di pinggiran jalan. Angkana mampu menyerap 11,12 kg karbon dioksida (CO₂) dalam waktu satu tahun. *Pterocarpus indicus* dipergunakan sebagai pohon pelindung karena tanaman tersebut dapat mengakumulasi zat-zat pencemar di daunnya.¹⁰ *Pterocarpus indicus* adalah tipe

⁸Faizah Indah Qonita, Pangesti Nugrahani. “Toleransi Beberapa Spesies Tanaman Lanskap Terhadap Pencemaran Udara di Taman Pelangi Surabaya”. Jurnal Plumula, Volume 5, Nomor 2 (Juli 2016), h. 4

⁹Tafsir Al Jalalain, (On-Line) tersedia di <https://islamedia.web.id> (29 November 2018)

¹⁰Gita Prima Yudha, Zozy Aneloi, M. Idris, “Pertumbuhan Daun Angkana (*Pterocarpus indicus*) dan Akumulasi Logam Timbal (Pb)”. Jurnal Biologi Universitas Andalas, Volume 2, Nomor 2 (Juni 2013), h. 83

tumbuhan yang mempunyai akar kuat, mampu bertahan pada kerusakan yang diakibatkan oleh getaran kendaraan, dapat tumbuh pada suhu tinggi dan tahan terhadap angin sehingga pantas digunakan sebagai tanaman peneduh jalan. Angsana direkomendasikan sebagai pohon pelindung jalan oleh Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05 tahun 2012 tentang Pedoman Penanaman Pohon pada Sistem Jaringan Jalan.

Angsana (*Pterocarpus indicus*) ditetapkan sebagai pohon pelindung jalan karena angkana memiliki akar yang kuat dan tidak merusak jalan. Batang tidak mudah patah dan mempunyai ranting yang tidak menjutai ke bawah sehingga tidak menghalangi pandangan. Daun angkana tidak mudah rontok dan berukuran kecil sehingga ketika jatuh tidak membahayakan pengguna jalan. Angkana juga memiliki bunga dan buah yang tidak mudah rontok dan berukuran kecil, sehingga ketika jatuh tidak membahayakan. Sifat lain yang dimiliki angkana adalah dapat mengatasi stress lingkungan dan memiliki daya serap karbon dioksida.¹¹

Daun merupakan bio indikator terhadap pencemaran udara. Bukti bahwa daun berperan sebagai bio indikator terhadap lingkungan adalah dengan melihat kerusakan secara makroskopis atau mikroskopis organ tumbuhan tersebut. Secara makroskopis daun mengalami *klorosis* (kerusakan klorofil) dan *nekrosis* (kematian jaringan tumbuhan/bercak), secara mikroskopis terjadi perubahan

¹¹Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, Nomor : 05/PRT/M/2012 tentang Pedoman Penanaman Pohon pada Sistem Jaringan Jalan, h. 26

struktur sel, stomata dan trikoma atau perubahan secara fisiologi dan kimia seperti perubahan metabolisme.¹²

Fungsi tanaman telah dijelaskan oleh Allah dalam Alqur'an surat Asy syuara ayat 7 :

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ۝٧

Artinya “Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam tumbuh tumbuhan yang yang baik ?”

Terjemahan Tafsir Jalalain dalam surat As-Syuara ayat 7 adalah “Adakah mereka akan terus mempertahankan kekufuran dan pendustaan serta tidak merenungi dan mengamati sebagian ciptaan Allah di bumi ini ? Sebenarnya, jika mereka bersedia merenungi dan mengamati hal itu, niscaya mereka akan mendapatkan petunjuk. Kailah yang mengeluarkan dari bumi ini beraneka ragam tumbuh tumbuhan yang mendatangkan manfaat. Dan itu semua hanya dapat dilakukan oleh Tuhan yang Maha Esa dan Maha Kuasa”.¹³

Trikoma merupakan turunan dari jaringan epidermis. Trikoma berbentuk seperti rambut halus, biasanya terdapat pada permukaan organ tumbuhan. Beberapa fungsi dari trikoma menyesuaikan tempat keberadaannya. Trikoma pada daun berfungsi untuk mengurangi penguapan dan melindungi daun dari serangan luar yang dapat membahayakan tanaman itu sendiri. Jumlah trikoma pada daun dipengaruhi oleh kondisi lingkungannya.¹⁴

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang “Pengaruh Emisi Kendaraan Bermotor Terhadap Kerapatan

¹²DianR.A, Elly Purwanti, Muizzudin, “Analisis Kadar Klorofil Pada PohonAngsana (Pterocarpus indicus Willd.) di Kawasan Ngoro Industri Persada (NIP Ngoro Mojokerto Sebagai Sumber Belajar Biologi”. *Prosiding Seminar Nasional* (29 April 2017) h. 288

¹³Tafsir Al Jalalain, (On-Line) tersedia di <https://islamedia.web.id> (29 November 2018)

¹⁴Veni Puspita Dewi, Iin Hindun, Sri Wahyuni, “Studi Trikoma Pada Famili Solanaceae Sebagai Sumber Belajar Biologi”. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia* Volume 1, Nomor 2 (2015), h. 209

Trikoma pada Daun Angsana (*Pterocarpus indicus* Willd) sebagai Tanaman Pelindung Jalan”. Penelitian ini akan digunakan sebagai sarana penunjang belajar bagi peserta didik pada materi jaringan tumbuhan kelas XI Sekolah Menengah Atas (SMA).

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka dapat diidentifikasi permasalahan sebagai berikut :

1. Emisi gas buang yang dikeluarkan kendaraan bermotor dapat menyebabkan pencemaran di udara.
2. Pencemaran udara dapat mempengaruhi fisiologis daun, struktur morfologi serta anatomi daun.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan paparan latar belakang, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah : “Apakah emisi kendaraan bermotor dapat mempengaruhi kerapatan trikoma pada daun angšana (*Pterocarpus indicus* Willd) sebagai tanaman pelindung jalan?”

D. Batasan Masalah

Ruang lingkup pada penelitian ini dibatasi masalah sebagai berikut :

1. Tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah angšana (*Pterocarpus indicus* Willd) yang berada di jalan Soekarno-Hatta sebagai

lokasi yang tercemar dan di UIN Raden Intan Lampung sebagai lokasi yang tidak tercemar.

2. Pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mengamati kerapatan trikoma pada daun angkana (*Pterocarpus indicus* Willd).

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh emisi kendaraan bermotor terhadap kerapatan trikoma pada daun angkana (*Pterocarpus indicus* Willd) sebagai tanaman pelindung jalan.

F. Manfaat Penelitian

1. Bagi Peneliti

Penelitian ini bermanfaat bagi peneliti karena dapat memperkaya ilmu dan pengetahuan mengenai pengaruh emisi kendaraan bermotor terhadap kerapatan trikoma pada daun angkana sebagai tanaman pelindung jalan.

2. Bagi Pembaca

Manfaat penelitian untuk pembaca yaitu sebagai penambah wawasan dan pengetahuan tentang pengaruh emisi kendaraan bermotor yang dapat mempengaruhi kerapatan trikoma pada daun angkana (*Pterocarpus indicus* Willd) sebagai tanaman pelindung, dan juga dapat dijadikan sebagai sarana belajar untuk materi Jaringan Tumbuhan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Emisi Kendaraan

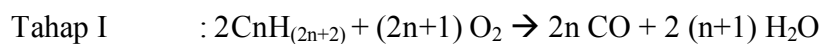
Emisi gas buang kendaraan adalah sisa hasil pembakaran bahan bakar di dalam mesin kendaraan yang dikeluarkan melalui sistem pembuangan mesin, sedangkan proses pembakaran adalah reaksi kimia antara oksigen di dalam udara dengan senyawa hidrokarbon di dalam bahan bakar untuk menghasilkan tenaga. Dalam reaksi yang sempurna, maka sisa hasil pembakaran adalah berupa gas buang yang mengandung karbondioksida (CO_2), uap air (H_2O), oksigen (O_2), dan nitrogen (N_2). Dalam prakteknya, pembakaran yang terjadi di dalam mesin kendaraan tidak selalu berjalan sempurna sehingga di dalam gas buang mengandung senyawa berbahaya seperti karbon monoksida, (CO), hidrokarbon (HC), nitrogen oksida (NO_x) dan partikulat.¹⁵

Pembangunan yang berkembang pesat dewasa ini, khususnya dalam industri dan teknologi serta meningkatnya jumlah kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar fosil (minyak) menyebabkan udara menjadi tercemar oleh gas gas buangan hasil pembakaran. Umumnya polutan yang mencemari udara berupa gas dan asap. Gas dan asap tersebut berasal dari proses pembakaran

¹⁵Joko Winarno, “Studi Emisi Gas Buang Kendaraan Bermesin Bensin pada Berbagai Merk Kendaraan dan Tahun Pembuatan”, *Jurnal Teknik*, Nomor 55, (2014), h. 3

bahan bakar yang tidak sempurna, yang dihasilkan oleh mesin mesin pabrik, pembangkit listrik dan kendaraan bermotor.¹⁶

Sektor transportasi merupakan penyumbang utama pencemaran udara di daerah perkotaan. Dalam tahun 1990, transportasi darat bertanggung jawab terhadap setengah dari total emisi gas buang dan partikulat di daerah perkotaan dengan konsentrasi utama terdapat di daerah lalu lintas yang padat, dimana tingkat pencemaran udara sudah dan atau hampir melampaui standar kualitas udara. Pada mesin kendaraan bermotor, bensin yang teroksidasi dengan sempurna, menghasilkan H₂O dan CO₂, reaksi oksidasi bensin adalah sebagai berikut :



Namun apabila jumlah O₂ dari udara tidak cukup atau tidak tercampur baik dengan bensin, maka pada pembakaran ini akan selalu berbentuk gas CO yang tidak teroksidasi. Karbon monoksida (CO) dihasilkan dari pembakaran yang tidak sempurna yang diakibatkan kurangnya oksigen pada proses pembakaran dalam mesin. Emisi hidrokarbon (HC) adalah kelebihan bensin yang tidak terbakar yang disebabkan kegagalan sistem pengapian atau pembakaran yang tidak sempurna. Nitrogen oksida (NO_x) terbentuk karena tingginya suhu di

¹⁶Muhammad Mansur, Bayu Arif Pratama, "Potensi Serapan Karbondioksida (CO₂) Pada Jenis Jenis Pohon Pelindung Jalan". *Jurnal Biologi Indonesia*, Volume 10, Nomor 2. (Februari 2014), h. 150

ruang bakar. Sulfur dioksida (SO₂) terjadi akibat dari sulfur atau belerang yang beraksi dengan oksigen.¹⁷

Emisi gas buang dapat dihitung dengan faktor emisi kendaraan bermotor. Faktor emisi adalah nilai representatif yang menghubungkan kuantitas suatu polutan yang dilepaskan ke atmosfer dari suatu kegiatan yang terkait dengan sumber polutan. Faktor-faktor ini biasanya dinyatakan sebagai berat polutan, faktor emisi dapat juga didefinisikan sebagai sejumlah berat tertentu polutan yang dihasilkan oleh terbakarnya sejumlah bahan bakar selama kurun waktu tertentu.¹⁸ Besaran faktor emisi kendaraan bermotor dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 1
Faktor Emisi Berdasarkan Jenis Kendaraan

Kategori	CO (g/kg)	HC (g/km)	NOx (g/kg)	M ₁₀ (g/km)	CO ₂ (g/kg)	SO ₂ (g/kg)
Motor	14	5,9	0,29	0,24	180	0,008
(bensin)	40	4	2	0,01	180	0,026
(solar)	2,8	0,2	3,5	0,53	172	0,44
	11	1,3	1,9	1,4	172	0,93
	8,4	1,8	7,7	1,4	172	0,82

B. Pencemaran Udara

Pencemaran udara dapat didefinisikan sebagai hadirnya substansi di udara dalam konsentrasi yang cukup dan menyebabkan gangguan pada manusia, hewan, tanaman maupun material. Dengan kata lain bahwa pencemaran udara adalah

¹⁷Nanny Kusminingrum, "Potensi Tanaman dalam Menyerap CO₂ dan CO untuk Mengurangi Dampak Pemanasan Global". *Jurnal Pemukiman*, Volume 3 Nomor 2 (2008), h. 98

¹⁸Rania Indah Ismayanti, Rahmat Boedisantoso, Abdu Fadli Assomadi, "Kajian Emisi CO₂ Menggunakan Persamaan Mobile 6 dan Mobile Combustion dari Sektor Transportasi di Kota Surabaya". *Jurnal Teknik Lingkungan*. (2015), h. 9

kehadiran satu atau lebih substansi fisik, kimia, atau biologi di atmosfer dalam jumlah yang dapat membahayakan kesehatan manusia, hewan dan tumbuhan serta mengganggu estetika dan kenyamanan. Pencemaran udara dapat menimbulkan dampak terhadap lingkungan alam, antara lain hujan asam, penipisan lapisan ozon dan pemanasan global.¹⁹

Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No.02/MENKLH/1998 memberikan pengertian, yang dimaksud dengan pencemaran udara adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain ke dalam udara atau berubahnya tatanan (komposisi) udara oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai peruntukannya.²⁰

Siregar menyebutkan ada dua bentuk emisi dari dua unsur atau senyawa pencemar udara, yaitu :

1. Pencemar Udara Primer (*Primary Air Pollution*)

Pencemar udara primer yaitu pencemar di udara yang ada dalam bentuk yang hampir tidak berubah, sama seperti pada saat dibebaskan dari sumbernya sebagai hasil dari proses tertentu. Pencemar udara primer banyak berasal dari kegiatan manusia seperti kegiatan industri (cerobong asap industri) dan juga dari sektor transportasi (mobil, bus, sepeda motor, dan lain lain). Dari seluruh pencemar yang

¹⁹ *Ibid*, h. 150

²⁰ Gita Oktarina Eka Putri, "Struktur Anatomi Daun Akasia Dan Mahoni Akibat Pengaruh Gas Dan Materi Vulkanik Pasca Letusan Gunung Merapi Daerah Istimewa Yogyakarta", (Skripsi Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan Dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2008), h. 5

ada, pencemar udara berasal dari sektor transportasi yang memberikan andil sebesar 60% dari pencemaran udara total.²¹ Pencemaran udara primer dapat digolongkan menjadi lima kelompok dengan tingkat toksisitas yang berbeda, yaitu :

a. Karbon monoksida (CO)

Karbon monoksida merupakan suatu komponen gas tidak berbau, tidak berwarna dan tidak mempunyai rasa. Komponen ini mempunyai berat sebesar 96,5 % dari berat air dan tidak larut dalam air. Karbon monoksida yang terdapat di alam terbentuk dari proses sebagai berikut :

- 1) Pembakaran tidak sempurna terhadap karbon atau komponen yang mengandung karbon.
- 2) Reaksi antara karbon dioksida dan komponen yang mengandung karbon pada suhu tinggi.
- 3) Pada suhu tinggi karbon dioksida terurai menjadi karbon monoksida dan atom C.²²

b. Nitrogen oksida (NO_x)

Nitrogen oksida yaitu senyawa jenis gas yang terdapat di udara bebas. Sebagian besar berupa gas nitrit oksida (NO₂) dan nitrogen oksida serta berbagai jenis oksida dalam jumlah yang lebih sedikit. Gas NO tidak

²¹Edy Batara, Mulya Siregar, "Pencemaran Udara, Respon Tanaman Dan Pengaruhnyam Pada Manusia, (Skripsi Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara, 2005), h. 2

²²Philip Kristanto, *Ekologi Industri*, (Yogyakarta : Andi Yogyakarta, 2002), h. 106-107

berwarna dan tidak berbau, sedangkan gas NO_2 berwarna coklat kemerahan, berbau tidak sedap dan cukup menyengat. Berbagai jenis NO_x dihasilkan dari pembakaran Bahan Bakar Minyak (BBM) dan fosil lainnya pada suhu tinggi. Nitrogen oksida adalah kelompok gas di atmosfer, yang banyak dijumpai sebagai pencemar udara adalah gas nitrit oksida (NO) dan nitrogen dioksida (NO_2) disamping bentuk nitrogen oksida lainnya. Nitrogen oksida dapat dihasilkan dari proses alami, seperti pencahayaan (lighting), kebakaran hutan dan aktifitas mikroorganisme. Di daerah perkotaan, emisi NO_x terutama berasal dari hasil pembakaran bahan bakar dan bahan organik lainnya. Baik dari sumber static maupun sumber bergerak.²³

c. Hidrokarbon

Komponen hidrokarbon hanya terdiri dari elemen hidrogen dan karbon. Hidrokarbon yang mengandung 1-4 atom berbentuk gas pada suhu kamar, sedangkan yang mengandung 1-5 atau lebih atom karbon berbentuk cair atau padat. Semakin tinggi jumlah atom karbon cenderung terdapat dalam bentuk padat. Hidrokarbon yang sering menjadi masalah dalam pencemaran udara yang berbentuk gas pada suhu normal norma atmosfer, atau hidrokarbon yang bersifat volatil (mudah menjadi gas) pada suhu tersebut.

²³ *Ibid.* h.108

d. Sulfur oksida (SO_x)

Pencemaran oleh sulfur oksida terutama disebabkan oleh dua komponen gas yang tidak berwarna, yaitu sulfur dioksida (SO₂) dan sulfur trioksida (SO₃). Kedua gas ini dikenal dengan SO_x. Sulfur dioksida mempunyai karakteristik bau yang tajam dan tidak terbakar di udara, sedangkan sulfur trioksida merupakan komponen yang tidak reaktif.²⁴

e. Partikel

Partikel adalah setiap benda padat atau cair yang tinggi dari suatu masa melalui proses dispersal dalam media gas/udara dengan hampir tidak memiliki kecepatan jatuh. Partikel atau debu mineral dan organis. Sumber pencemaran partikel berasal dari aktifitas industri, pembakaran bahan bakar, fosil, kendaraan bermotor, badai pasir, pembakaran hutan serta gunung berapi (alami). Ukuran diameter yang ada berkisar antara 0,0005 – 500 mikron, dimana partikel terkecil akan hilang karena perpaduan gerak brown dan partikel yang besar akan jatuh akibat pengaruh gravitasi.

Partikel berpengaruh terhadap tanaman terutama karena bentuk debunya, dimana debu tersebut jika bergabung dengan uap air atau air hujan (gerimis) akan membentuk kerak yang tebal pada permukaan daun yang tidak dapat dibilas oleh air hujan kecuali dengan menggosoknya. Akibatnya pertumbuhan akan terganggu.²⁵

²⁴ *Ibid.*, h.111

²⁵ *Ibid.*, 115

2. Pencemar Udara Sekunder (*Secondary Air Pollution*)

Pencemar udara sekunder yaitu emisi pencemar udara dari hasil proses fisik dan kimia di atmosfer dalam bentuk fotokimia yang umumnya bersifat reaktif dan mengalami transformasi fisik kimia menjadi unsur atau senyawa. Bentuknya pun berbeda dan berubah dari saat diemisikan hingga setelah ada di atmosfer, misalnya ozon, aldehida, hujan asam, dan sebagainya.²⁶

C. Pencemaran Udara dan Respon Tanaman

Pada kebanyakan pencemaran udara, secara sendiri sendiri atau kombinasi menyebabkan kerusakan dan perubahan fisiologi tanaman yang kemudian diekspresikan dalam gangguan pertumbuhan. Pencemaran menyebabkan perubahan pada tingkatan biokimia sel kemudian diikuti oleh perubahan fisiologi pada tingkat individu hingga tingkat komunitas tanaman. Dijelaskan pula bahwa pencemaran udara terhadap tanaman dapat mempengaruhi :

1. Pertumbuhan

Sangat banyak literatur yang menunjukkan bahwa berbagai pencemar udara dan air secara sendiri sendiri dan dalam bentuk kombinasi mengurangi pertumbuhan kambium, akar dan bagian reproduktif.

2. Pertumbuhan akar.

²⁶Edy Batara, Mulya Siregar, "Pencemaran Udara, Respon Tanaman Dan Pengaruhnya Pada Manusia, (Skripsi Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara, 2005), h. 2

Baik pencemar gas maupun partikel mengurangi bibit, jumlah pengurangan bervariasi tergantung kepada konsentrasi dan waktu pemaparan. Beberapa studi menunjukkan bahwa pertumbuhan tinggi dari pohon tua dapat berkurang.

3. Pertumbuhan daun

Luas daun dari suatu pohon dan tegakkan pohon yang terekspose ke pencemar udara dapat berkurang karena pembentukan dan kecepatan absisi daun/ sebagai contoh SO₂ mengurangi berat dan luas daun.²⁷

Afif Budiyono menjelaskan bahwa tumbuh tumbuhan memiliki reaksi yang besar dalam menerima pengaruh perubahan atau gangguan akibat polusi udara dan perubahan lingkungan. Hal ini terjadi karena banyak faktor yang berpengaruh, diantaranya spesies tanaman, umur, keseimbangan nutrisi, kondisi tanaman, temperatur, kelembaban dan penyiraman.

Penambahan konsentrasi pencemar ke udara dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Beberapa contoh yang terjadi pada gangguan nutrisi dan gangguan atraksional biologis adalah terjadinya penurunan tingkatan kandungan enzim, gangguan pada respon fisiologis adalah perubahan pada sistem fotosintesis, sedang gangguan yang nampak secara visual adalah *chlorosis* (perusakan zat hijau daun/menguning), *flecking* (daun bintik bintik), *reduced crop yield* (penurunan hasil panen).

Terjadinya gangguan pencemaran terhadap tumbuhan dapat digolongkan dalam dua kategori, yaitu pencemaran secara primer dan sekunder.

²⁷*Ibid.*, h. 6

1. Gangguan secara primer

Gangguan secara primer adalah terjadinya kontak langsung antara sumber pencemar (mated pencemar) dengan bagian permukaan tumbuhan secara langsung, sehingga dapat mengganggu dan menutupi lapisan epidermal yang membantu sistem penguapan pada tumbuhan. Diantara epidermal terdapat sel mesofil, spons, dan palisade parenchyma, yang berguna mengatur dan melindungi sel dengan membuka dan menutup untuk rongga udara pada bagian dalam daun, yang udara daun mempunyai fungsi penting bagi tumbuhan untuk fotosintesis yaitu proses yang terjadi pada daun dimana gabungan air dan CO_2 dengan perantara sinar matahari membentuk glukosa. Transpirasi yaitu proses penyerapan dari akar ke daun yang kemudian terjadi proses evaporasi ke atmosfer, pada proses ini sekaligus sebagai pembawa nutrisi.

Respirasi merupakan proses produksi dengan memanfaatkan panas dari oksidasi pada karbohidrat dan udara untuk membentuk CO_2 dan H_2O . Gangguan pencemaran udara terhadap tumbuhan karena adanya gas/partikel yang menutupi permukaan daun, sehingga menghalangi difusi dari gas masuk dan keluar dedaunan.²⁸

2. Gangguan secara sekunder

Gangguan secara sekunder adalah gangguan yang terjadi pada tumbuhan karena pencemaran yang mengganggu pada sistem akar, terjadi karena

²⁸Afif Budiyo, "Pencemaran Udara : Dampak Pencemaran Udara pada Lingkungan". *Berita Dirgantara*, Volume 2, Nomor 1(Maret 2007), h. 23

penumpukan polutan/pencemar pada tanah dan permukaan air. Gangguan ini akan menghalangi proses alterasi dari nutrisi yang berada dalam tanah dan sekitar tumbuhan.

Gejala yang tampak karena pencemaran udara terhadap tumbuhan adalah terjadinya penampakkan yang kurang sehat pada daun, dengan matina beberapa bagian serta hilangnya warna, disebabkan matinya jaringan karena adanya kerusakan pada spongy dan palisade di bagian dalam daun, yang berakibat pada gugurnya daun. Kerusakan pada lapisan epidermis dapat terjadi akibat *glazing* atau *silvering* pada permukaan daun oleh adanya partikel dan polutan yang menempel. Efek pencemaran udara pada tumbuhan yang tak terlihat adalah adanya kemunduran kemampuan pertumbuhan, berkurangnya kemampuan berfotosintesis dan alterasi, kemampuan stomata yang menurun dan reproduksi set. Tipe kerusakan pada tumbuhan dapat diakibatkan karena pertumbuhan telah mengalami gangguan secara kronis akibat waktu pemaparan pencemaran yang lama dalam tingkat dosis/ konsentrasi rendah. Penyebab utama kerusakan tumbuhan oleh pencemaran udara adalah akibat phytotoxic pada tanaman seperti O₃, SO₂, PAN, NO₂, Cl, HF dan lain lain.²⁹

D. Pohon Pelindung Jalan

Pohon pelindung jalan adalah pohon yang ditanam di pinggir jalan guna melindungi pengguna jalan dari terik panas matahari, menahan terpaan angin kencang dan sebagai pembatas jalan. Selain juga berfungsi sebagai estetika, pohon

²⁹*Ibid.*, h. 24

pelindung jalan juga berperan dapat mengurangi polusi udara khususnya karbondioksida (CO₂).³⁰

Tanaman peneduh jalan mempunyai arti penting untuk lingkungan sekitarnya. Selain berfungsi sebagai peneduh jalan juga berfungsi sebagai filter dari adanya polusi udara dan peredam kebisingan bermotor. Hal tersebut dikarenakan suasana jalan yang ditanami pohon akan menjadi lebih sejuk dan tidak silau. Menurut Dahlan dalam Slamet Santoso (2012), fungsi tanaman pelindung antara lain sebagai paru paru kota karena tumbuhan itu menghasilkan gas oksigen yang dibutuhkan oleh semua makhluk hidup, sebagai penyerap gas/partikel beracun untuk mengurangi pencemaran udara, sebagai peredam kebisingan dan sebagai habitat burung.³¹

Pemilihan jenis pohon yang sesuai untuk ditanam sebagai pohon pelindung jalan adalah mudah tumbuh pada tanah yang padat, tidak memiliki akar besar di permukaan tanah, tahan terhadap hembusan angin yang kuat, dahan dan ranting tidak mudah patah, pohon tidak mudah tumbang, buah tidak terlalu besar, serasah yang dihasilkan sedikit, tahan terhadap pencemar dari kendaraan bermotor dan industri, luka akibat benturan mobil sembuh, cukup teduh tapi tidak terlalu gelap, kompatibel dengan tanaman lain, daun, bunga, buah, batang dan percabangannya secara keseluruhan indah.

³⁰Muhammad Mansur, Bayu Arif Pratama, "Potensi Serapan Karbondioksida (CO₂) Pada Jenis Jenis Pohon Pelindung Jalan". *Jurnal Biologi Indonesia*, Volume 10, Nomor 2 (2014), h. 150

³¹Slamet Santoso, Sri Lestari, Siti Samiyarsih, "Inventarisasi Tanaman Peneduh Jalan Penjerap Timbal di Purwokerto". *Prosiding Seminar Nasional* (27 November 2012), h. 198

Persyaratan penting dalam pemilihan jenis pohon pelindung jalan diantaranya adalah faktor keamanan bagi pemakai jalan. tajuk pohon memberikan naungan yang sempurna tapi tidak terlalu teduh, agar tidak mengganggu lalu lintas. Tanaman yang tumbuh di tepi jalan harus tergolong dalam jenis tanaman yang mempunyai batang dan percabangan kuat, tidak mudah patah serta memiliki kelenturan yang cukup, sehingga pada saat tertiup angin yang kuat, tanaman tidak patah jatuh menimpa pemakai jalan.

Banyak hal yang menyebabkan menurunnya kualitas pohon-pohon tersebut, menurut Pramukont menyatakan toleransi terhadap derasan kondisi kondisi lingkungan sangat menentukan hidup sebuah pohon. Gangguan sistem perakaran seperti terpankas saat melakukan penggalian, pelebaran jalan dan pemadatan tanah akibat tingginya aktifitas diatas tanah menyebabkan melemahnya fungsi penyangga akar. Selain itu, lingkungan kondisi fisik kota menciptakan kondisi ruang tumbuh yang tidak menguntungkan. Dari berbagai polutan di udara seperti SO_x, NO_x, serta temperatur udara yang tinggi menambah penyebab menurunnya kualitas pohon-pohon tersebut.³²

Untuk menjadikan pohon pelindung agar dapat benar benar berfungsi dengan baik maka ada beberapa persyaratan bahwa suatu tanaman dapat dijadikan pohon pelindung pada daerah perkotaan. Menurut Nazaruddin dalam Susanto Adhi Pramono persyaratan tersebut adalah :

³²Annie N Hutagalung, Delvian, Deni Elfiati, "Analisis Kualitas Pohon di 5 Jalur Kota Pematangsiantar". *Jurnal Teodolita*, Volume 8, Nomor 2 (2016), h. 8

1. Berbatang besar dan tinggi

Pohon yang batangnya besar dan tinggi akan memiliki daya tahan terhadap kekeringan atau cuaca sekstrim sehingga mampu hidup puluhan bahkan ratusan tahun.

2. Berpenampilan segar dan menarik

Hal ini penting untuk menambah keindahan kota bahkan memberi nilai tambah bagi suatu kota.

3. Berfungsi menyerap polusi

Seperti diketahui bahwa di kota sering dijumpai berbagai macam polusi baik itu berasal dari gas buangan motor atau mobil, asap buangan industri atau polusi lainnya maka diharapkan pohon pelindung dapat mampu menetralsir polusi tersebut.

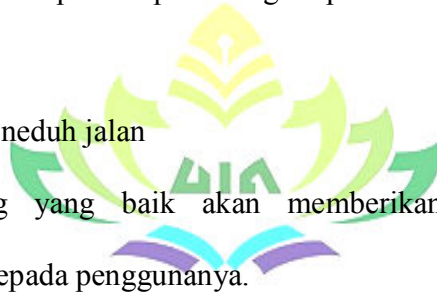
4. Berfungsi sebagai peneduh jalan

Pohon pelindung yang baik akan memberikan keteduhan sekaligus memberikan naungan kepada penggunanya.

5. Bebas dari hama dan penyakit

Dengan bebas dari hama dan penyakit akan memberikan rasa nyaman dan aman bagi orang yang berlalu lalang dibawahnya.

6. Percabangan yang kuat dan daunnya tidak mudah gugur



Pohon pelindung yang cabangnya mudah patah akan mengganggu lalu lintas, sedangkan daun yang mudah gugur akan selalu merepotkan dalam segi perawatannya.

7. Tidak merusak lingkungan

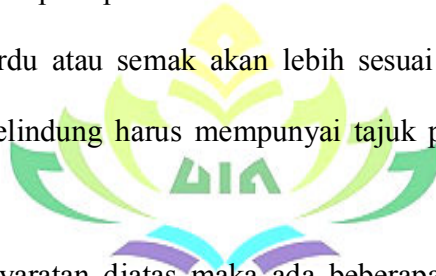
Pohon pelindung jangan terlalu banyak menyerap air, akarnya tidak tumbuh bertonjolan ketengah jalan, dan lain lain. Sifat ini bertentangan dengan fungsi pohon pelindung yang bertujuan memperbaiki lingkungan hidup kota.

8. Tidak berbahaya

Tidak berbahaya dalam arti tidak menimbulkan alergi, tidak melukai, tidak membuat keracunan dan harus dapat menjadi sahabat penduduk kota.

9. Tidak berpenampilan seperti perdu atau semak

Pohon seperti perdu atau semak akan lebih sesuai jika dijadikan selemen taman karena pohon pelindung harus mempunyai tajuk pohon yang rimbun dan berpenampilan tegap.



Berdasarkan persyaratan diatas maka ada beberapa jenis pepohonan yang dapat digunakan sebagai pohon pelindung yaitu antara lain :

1. Angsana (*Pterocarpus indicus*)
2. Asam jawa (*Tamarindus indica*)
3. Beringin (*Ficus benjamina*)
4. Bungur (*Lageretroemina flosreginae*)
5. Cemara lilin (*Cupressus sempervirens*)

6. Damar (*Aghatis alba*) dan lain lain.³³

E. Tanaman Angsana



Gambar 1
Pohon Angsana
(sumber pribadi)

Angsana merupakan jenis tanaman penghasil kayu berkualitas tinggi dari famili fabaceae, kayunya tergolong keras dan berat, tinggi mencapai 30-40 m. Diameter batang 2 m, biasanya bentuk pohon pendek, terpuntir, beralur dalam, dan berbanir. Kayu mengeluarkan eksudat merah gelap yang disebut kino atau darah naga. Daun majemuk 5-11 anak daun, berbulu, duduk bergantian. Bunga berkelamin ganda, kuning cerah, dan harum. Angsana merupakan pohon peneduh jalan yang banyak dijumpai di pinggir jalan. tumbuhan pada berbagai macam tipe tanah, dari tanah subur ke tanah berbatu. Biasanya ditemukan sampai

³³Susantyo Adhi Pramono, "Penghijauan Sebagai Salah Satu Sarana Mewujudkan Kota Berwawasan Lingkungan". *Jurnal Teodolita*, Volume 8, Nomor 2 (2007), h. 35-36

ketinggian 600 mdpl, namun masih bertahan hidup sampai 1.300 mdpl.³⁴ Pohon angšana tersebar di Malaysia, Indonesia, dan Filipina.³⁵

1. Klasifikasi Tanaman Angšana

Kingdom : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Subdivisi : Angiospermae
Kelas : Dicotyledone
Ordo : Fabales
Famili : Fabaceae
Genus : Pterocarpus
Spesies : *Pterocarpus indicus* Willd³⁶

2. Morfologi Tanaman Angšana

Angšana merupakan pohon, dengan tinggi pohon dapay mencapai 10-40 m, diameter batang 2 m, panjang ranting 1-2 cm. Ciri morfologi angšana diantaranya daun berseling anak daun 5-13, bentuk bulat telur, memanjang, meruncing, tumpul, mengkilat. Pohon, yang kadang kadang menjadi raksasa rimba, tinggi hingga 40 m dan gemang mencapai 350 cm. Batang sering beralur atau berbonggol ; biasanya dengar dengan akar papan (banir). Tajuk lebat serupa kubah, dengan cabang cabang yang merunduk hingga dekat

³⁴Nindia Ayu Ingeswari. “Karakteristik Stomata Daun Angšana (*Pterocarpus Indicus* Will) Berdasarkan Tempat Yang Berbeda”, (Skripsi Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang, 2016), h. 889

³⁵Haryono Setiyo Huboyo, Sri Sumiyati, “Pengaruh Kepadatan Kendaraan Bermotor dan Angin Terhadap Konsentrasi Timbal (Pb) pada Daun Angšana (*Pterocarupus Indicus*) dan Mahoni (*Swietenia Macrophylla*) di Musim Kemarau”. *Jurnal Presipitasi*, Volume 6, Nomor 1 (Maret 2009), h. 2

³⁶*Op. Cit.*, h. 891

dengan tanah. pepagan (kulit kayu) abu abu kecoklatan, memecah atau serupa sisik halus, mengeluarkan getah bening kemerahan apabila dilukai.³⁷

Daun majemuk menyirip gasal, panjang 20-30 cm. Anak daun 5-13, berseling pada poros daun, bundar telur hingga agak jorong, 6-10 x 4-5 cm, dengan pangkal bundar dan ujung meruncing, hijau terang, gundul dan tipis. Bunga malai, panjang 5-13 cm diujung atau ketiak daun. Bunga pohon angkana berkelamin ganda, berwarna kuning cerah dan berbau harum semerbak. Kelopak serupa lonceng berdiameter 6mm, dua taju teratas lebih besar dan kadang kadang menyatu. Mahkota lepas lepas, berbuku, bendera bundar telur terbalik atau seperti sudin. Benang sari 10 helai, yang teratas lepas atau bersatu.³⁸

F. Daun

Daun merupakan suatu bagian tumbuhan yang penting dan pada umumnya tiap tumbuhan memiliki sejumlah besar daun. Daun ini hanya terdapat pada batang saja dan tidak pernah terdapat pada bagian lain pada tumbuhan. Daun biasanya kaya akan suatu zat berwarna hijau yang dinamakan klorofil. Bagian bagian daun biasanya terdiri atas pelepah daun (vagina), tangkai daun (petiolus) dan helaian

³⁷Nindia Ayu Ingeswari. "Karakteristik Stomata Daun Angkana (*Pterocarpus Indicus* Will) Berdasarkan Tempat Yang Berbeda", (Skripsi Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang, 2016), h. 889

³⁸*Ibid*, h. 891

daun (lamina). Umumnya warna daun pada sisi atas tampak lebih hijau, tekstur licin, atau berwarna mengkilap jika dibandingkan dengan sisi bawah daun.³⁹

Fungsi utama daun adalah menyintesis bahan organik dengan menggunakan sinar sebagai sumber energi melalui proses fotosintesis. Pengubahan energi ini terjadi di dalam organel sel khusus yang disebut kloroplas, yang di dalamnya terdapat klorofil.

Struktur luar dan dalam daun berkaitan dengan perannya dalam proses fotosintesis dan transpirasi. Daun biasanya rata dan tipis sehingga memudahkan masuknya sinar matahari ke dalam sel. Luasnya permukaan juga memungkinkan terjadinya pertukara gas.⁴⁰

Lapisan terluar dari daun adalah epidermis. Epidermis daun pada berbagai tumbuhan beragam dalam jumlah lapisan, bentuk, struktur, susunan stomata, munculnya trikoma dan susunannya dan adanya sel yang khusus. Karena struktur daun yang biasa pipih itu, dibedakan antara jaringan epidermis kedua permukaannya. Permukaan daun yang lebih dekat dengan ruas di atasnya dan yang biasanya menghadap ke atas, maka bagian permukaan tersebut dinamakan sebagai permukaan adaksial, dan permukaan yang lain sebagai permukaan abaksial.⁴¹

³⁹Helmy et.al., “Analisis Jaringan Tanaman Lindur (*Bruguiera Gymnorhiza*) Dan Pemanfaatannya Sebagai Bahan Baku Bioetanol”. *Jurnal Bnorowo Wetlands*, Volume 2, Nomor 2 (19 Juni 2012), h. 68

⁴⁰ Sri Mulyani, *Anatomi Tumbuhan*, (Yogyakarta : Penerbit Kanisius, 2006), h. 25-26

⁴¹ A. Fahn, *Anatomi Tumbuhan*, (Yogyakarta : UGM Press, 1991), h. 366

G. Fotosintesis

Fotosintesis berasal dari kata foton yang berarti cahaya, dan sintesis yang berarti menyusun. Jadi fotosintesis dapat diartikan sebagai suatu penyusunan senyawa kimia kompleks yang memerlukan energi cahaya. Sumber energi cahaya alami adalah matahari. Proses ini dapat berlangsung karena adanya suatu pigmen tertentu dengan bahan CO_2 dan H_2O . Cahaya matahari terdiri atas beberapa spektrum, masing masing spektrum mempunyai panjang gelombang berbeda, sehingga pengaruhnya terhadap proses fotosintesis juga berbeda.⁴²

Fotosintesis merupakan suatu proses biologi yang kompleks, proses ini menggunakan energi dan cahaya matahari yang dapat dimanfaatkan oleh klorofil yang terdapat dalam kloroplas. Seperti halnya mitokondria, kloroplas mempunyai membran luar dan membran dalam. Membran dalam mengelilingi suatu stroma yang mengandung enzim yang larut dalam struktur membran yang disebut tilakoid. Proses fotosintesis dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain, air (H_2O), konsentrasi CO_2 , suhu, umur daun, translokasi karbohidrat dan cahaya. Tetapi yang menjadi faktor utama fotosintesis agar dapat berlangsung adalah cahaya, air dan karbon dioksida.⁴³ Fotosintesis bukanlah satu proses tunggal, melainkan dua proses yang masing-masing terdiri dari banyak langkah. Kedua tahap fotosintesis dikenal sebagai reaksi terang dan siklus calvin.

⁴²Budi Utomo, "Fotosintesis pada Tumbuhan", *Karya Ilmiah* (Medan : Universitas Sumatera Utara, 2007), h. 5

⁴³John W. Kimball, *Biologi Umum* (Jakarta : Erlangga, 1983), h.171

1. Reaksi Terang

Reaksi terang merupakan tahap-tahap fotosintesis yang mengubah energi surya menjadi energi kimia. Energi cahaya dirubah menjadi energi kimia dalam bentuk dua senyawa, yaitu NADPH dan ATP. Cahaya menggerakkan sintesis ATP dan NADPH dengan cara memberi energi pada kedua fotosistem yang tertanam dalam membran tilakoid kloroplas. Kunci transformasi energi ini adalah aliran elektron melalui fotosistem dan komponen-komponen molekular lain yang tertanam dalam membran tilakoid. Ini disebut aliran elektron linier yang terjadi selama reaksi terang fotosintesis, langkah langkahnya adalah sebagai berikut :

- a. Foton cahaya menumbuk molekul pigmen dalam kompleks pemanen cahaya, mendorong satu elektronnya ke tingkat yang lebih tinggi. Ketika elektron ini jatuh kembali ke kondisi dasarnya, suatu elektron pada molekul pigmen di dekatnya secara bersamaan terangkat ke kondisi tereksitasi. Proses ini berlanjut, dengan energi yang direlay ke molekul-molekul pigmen lain hingga mencapai pasangan molekul klorofil a P680 pada kompleks pusat-pusat reaksi fotosistem II. Energi mengeksitasi suatu elektron dalam pasangan yang lebih tinggi.
- b. Elektron tersebut ditransfer dari P680 yang tereksitasi ke penerima elektron primer.
- c. Suatu enzim mengkatalisis pemecahan satu molekul air menjadi dua elektron, dua ion hidrogen, dan satu atom oksigen. Elektron disuplai satu

persatu ke pasangan $P680^+$, masing-masing menggantikan satu elektron yang ditransfer ke penerima elektron primer. Atom oksigen segera berkombinasi dengan atom oksigen lain yang dihasilkan dari pemecahan molekul air lain, menghasilkan O_2 .

- d. Masing-masing elektron yang terfotoeksitasi diteruskan dari penerima elektron primer di PS II ke PS I melalui rantai transfer elektron. Begitu elektron menuruni rantai tersebut, eksersgoniknya “jatuh” ke tingkat yang lebih rendah menyediakan energi untuk sintesis ATP. ATP yang dihasilkan oleh reaksi terang ini akan digunakan pada reaksi gelap nantinya.
- e. Apabila elektron mencapai “dasar” rantai transport elektron, elektron ini menuju pusat-reaksi di PS I yaitu di $P700$. Elektron yang terfotoeksitasi ini kemudian ditransfer ke penerima elektron primer PS I, menciptakan ‘lubang’ elektron di $P700$.
- f. Elektron yang terfotoeksitasi diteruskan dalam serangkaian reaksi redoks dari penerima elektron primer di PS I menuruni rantai transpor elektron kedua melalui protein *ferredoksin* (Fd), protein yang mengandung besi. Enzim $NADP^+$ reduktase mengkatalisis transfer elektron dari Fd ke $NADP^+$. Dua elektron dibutuhkan untuk mereduksi $NADP^+$ menjadi NADPH. Molekul ini berada pada tingkat energi yang lebih tinggi dari pada air, dan elektron-elektronya lebih mudah tersedia untuk reaksi-reaksi siklus Calvin daripada untuk air.

2. Siklus Calvin (Reaksi Gelap)

Siklus Calvin diawali dengan penggabungan CO_2 dari udara ke dalam molekul organik yang sudah ada dalam kloroplas. Penggabungan karbon ke dalam senyawa organik pada awal siklus ini disebut fiksasi karbon. Siklus Calvin kemudian mereduksi karbon yang terfiksasi menjadi karbohidrat melalui penambahan elektron. Tenaga pereduksi disediakan oleh NADPH, yang menerima muatan elektronnya dalam reaksi terang. Untuk mengubah CO_2 menjadi karbohidrat, siklus Calvin juga membutuhkan energi kimia dalam bentuk ATP, yang juga dibentuk oleh reaksi terang. Dengan demikian, siklus Calvin-lah yang membuat gula, namun siklus tersebut hanya dapat dilakukan dengan bantuan NADPH dan ATP yang dihasilkan oleh reaksi terang. Langkah-langkah metabolik pada siklus Calvin terkadang disebut sebagai reaksi gelap, atau reaksi tak bergantung cahaya, sebab tidak ada satu pun dari langkah itu yang membutuhkan cahaya secara langsung. Bagaimanapun juga, siklus Calvin pada sebagian besar tumbuhan terjadi pada siang hari, karena hanya pada waktu itulah reaksi terang dapat menyediakan NADPH dan ATP yang dibutuhkan oleh siklus Calvin. Langkah-langkah metabolik pada siklus Calvin lebih rinci dijelaskan sebagai berikut:

- a. **Fase I: Fiksasi karbon.** Siklus Calvin menggabungkan setiap molekul CO_2 , satu per satu, dengan cara melekatkannya ke gula berkarbon lima yang bernama ribulosa bisfosfat (disingkat RuBP). Enzim yang mengkatalis

langkah pertama ini adalah RuBP karboksilase, atau *rubisco*. Produk reaksi ini adalah intermediet berkarbon-enam yang sedemikian tidak stabil sehingga segera pecah menjadi dua membentuk dua molekul 3-fosfoglisarat (untuk setiap CO₂ yang difiksasi).

- b. **Fase II: Reduksi.** Setiap molekul 3-fosfoglisarat menerima satu gugus fosfat tambahan dari ATP menjadi 1,3-bisfosfoglisarat. Kemudian sepasang electron yang disumbangkan dari NADPH mereduksi 1,3-bisfosfoglisarat, yang juga kehilangan satu gugus fosfat, menjadi G3P. Secara spesifik, electron dari NADPH mereduksi gugus karboksil pada 1,3 bisffosfogilserat menjadi gugus aldehyd G3P, yang menyimpan lebih banyak energy potensial. G3P merupakan gula-gula berkarbon tiga yang sama yang terbentuk dalam glikolisis melalui pemecahan glukosa. Setiap tiga molekul CO₂ yang memasuki siklus, terbentuk enam molekul G3P. Namun hanya satu molekul dari gula berkarbon tiga ini yang dapat dihitung sebagai netto karbohidrat. Satu molekul keluar dari siklus dan digunakan oleh sel tumbuhan, namun lima molekul yang lain harus disiklus ulang untuk menghasilkan tiga molekul RuBP.
- c. **Fase III: Regenerasi penerima CO₂ (RuBP).** Dalam serangkaian reaksi kompleks, rangka karbon lima molekul G3P disusun ulang oleh langkah-langkah terakhir siklus Calvin menjadi tiga molekul RuBP. Untuk melakukan hal ini, siklus harus menggunakan tiga molekul ATP lagi. RuBP kini siap menerima CO₂ kembali, dan siklus pun berlanjut.

Kemampuan tanaman berfotosintesis akan meningkat pada awal perkembangan daun berdasarkan umur daun, tetapi kemudian menurun sebelum daun tersebut berkembang penuh. Perbedaan warna dapat digunakan untuk membandingkan warna hijau muda keputih-putihan, sedangkan yang sudah dewasa biasanya berwarna hijau tua. Daun yang mengalami *senescence* akan berwarna kuning dan hilang kemampuannya untuk berfotosintesis karena perombakan klorofil dan hilangnya kloroplas.⁴⁴

H. Transpirasi

Penguapan air dari tumbuhan disebut transpirasi. Pada tumbuhan peristiwa itu biasanya berhubungan dengan hilangnya air melalui stomata, kutikula atau lenti sel. Begitu banyak air yang hilang melalui transpirasi untuk membesarkan tanaman terjadi karena rangka molekul semua bahan organik pada tumbuhan terdiri dari atom karbon yang harus diperoleh dari atmosfer. Karbon masuk ke dalam tumbuhan sebagai karbon dioksida (CO_2) melalui stomata, yang paling banyak terdapat di permukaan daun dan air keluar secara difusi melalui pori yang sama ini saat stomata terbuka. Transpirasi dapat merugikan tumbuhan bila lajunya

⁴⁴ Gutti Gutimah, “Analisis Kebutuhan Hutan Kota sebagai Penyerap CO_2 Antropogenik di Pusat Kota Medan”, (Skripsi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara, 2009), h.15

terlalu cepat yang menyebabkan jaringan kehilangan air terlalu banyak selama musim panas dan kering.⁴⁵

Faktor-faktor yang mempengaruhi laju transpirasi adalah cahaya, suhu, kelembaban, angin, dan air tanah.

1. Cahaya. Tumbuhan jauh lebih cepat bertranspirasi apabila dibawah cahaya dibandingkan tumbuhan yang tidak mendapat cahaya. Hal ini karena cahaya merangsang tumbuhnya stomata, dengan demikian dapat meningkatkan pemindahan udara yang berisi uap air ke luar. Cahaya juga meningkatkan transpirasi dengan menghangatkan daun.
2. Suhu. Tumbuhan bertranspirasi lebih cepat pada suhu tinggi. Pada 30°C daun dapat bertranspirasi tiga kali lebih cepat dibandingkan dengan suhu 20°C. Hal ini disebabkan air menguap lebih cepat pada suhu tinggi.
3. Kelembaban. Laju difusi setiap substansi menurun karena perbedaan konsentrasi substansi dalam kedua daerah tersebut menurun. Karena itu difusi air dari ruang udara pada daun yang berisikan uap ke luar agak perlahan-lahan apabila udara di sekitarnya lembab. Bila udara di sekelilingnya kering, maka difusi berlangsung jauh lebih cepat.
4. Angin. Jika tidak ada angin, udara dekat dengan daun yang sedang bertranspirasi makin lembab. Karena itu menurunkan laju transpirasi, akan

⁴⁵ Frank B Salisbury, Cleon W Ross, *Fisiologi Tumbuhan Jilid 1*, (Bandung : ITB Press, 1995), h.71

tetapi jika ada hembusan angin, udara lembab itu terbawa dan digantikan oleh udara segar yang lebih kering.

5. Air tanah. Tumbuhan tidak dapat terus bertranspirasi dengan cepat jika kelembaban yang hilang tidak digantikan oleh air segar dari tanah. Bila penyerapan air oleh akar tidak dapat mengimbangi laju transpirasi, maka turgor dan stomata menutup. Hal ini dapat mengurangi laju transpirasi.⁴⁶

I. Trikoma

Trikoma (jamak: trikomata) berasal dari bahasa Yunani yang artinya rambut. Semua tambahan uniselular maupun multiselular pada epidermis disebut trikoma. Trikoma merupakan turunan dari jaringan epidermis. Struktur yang lebih masif, seperti kutil, beberapa struktur sekresi, daun duri yang berasal dari jaringan epidermis maupun sub epidermis (emergensi). Trikoma dapat mengembangkan dinding sekunder, terkadang berlignin. Beberapa trikoma mungkin juga tanpa protoplas hidup.

Penggunaan trikoma dalam taksonomi sangat dikenal. Trikoma pada jaringan epidermis mempunyai sifat khusus sebagai pelindung dari polusi dan serangga, yang ditentukan oleh adanya kelenjar (glandula) atau tidak (nonsecretory), kerapatan, panjang, bentuk, dan ketegakkan trikoma. Morfologi

⁴⁶ John W Kimball, *Biologi Jilid 2 Edisi Kelima*, (Jakarta : Erlangga, 1994), h. 493

trikoma memiliki keragaman dan dapat dijadikan sebagai kunci dari identifikasi marga, spesies, dan varietas dari berbagai famili yang diteliti.⁴⁷

Trikoma dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis yaitu trikoma glanduler (berkelenjar) dan trikoma nonglanduler (tanpa kelenjar).

1. Trikoma tanpa kelenjar

- a. Rambut yang uniseluler sederhana atau multiseluler uniseriat, yang tidak memipih, umum dijumpai seperti pada *Lauraceae*, *Moraceae*, *Triticum*, *Hordeum*, *Pelargonium*, dan *Gossypium*. Pada *Gossypium*, serat yang digunakan dalam perdagangan adalah rambut epidermis uniseluler yang panjangnya dapat mencapai 6 cm dan berada pada kulit biji. Kelompok itu mencakup papila dan gelembung yang juga dikenal sebagai rambut vesikuler.
- b. Rambut skuamiform (bentuk sisik) yang multiselular dan memipih secara nyata sekali. Tipe ini dapat tidak bertangkai (duduk), maka disebut sisik, atau bertangkai dan dikenal sebagai rambut berbentuk perisai (peltata), contohnya pada *Olea*, atau seperti pohon atau cabang pohon (dendrit), contohnya pada *Cruciferae*.
- c. Rambut multiselular yang dapat berbentuk bintang (stelata), contohnya pada *Styrax*, seperti tempat lilin bercabang (kandelabrum), contohnya pada *Platanus* dan *Verbacum*.

⁴⁷Veni Puspita Dewi, Iin Hindun, Sri Wahyuni, "Studi Trikoma Pada Famili Solanaceae Sebagai Sumber Belajar Biologi". *Jurnal Pendidikan Biologi*, Volume 1, Nomor 2,(2015), h. 209

- d. Rambut kasar, trikoma dasar multiserial, yang di pangkalnya terdiri atas sedikitnya dua atau lebih deretan sel yang berdampingan. Rambut seperti itu dapat dilihat pada pangkal tangkai daun *Portulaca oleraceae*.

2. Trikoma berkelenjar

Trikoma berkelenjar terlibat dalam sekresi berbagai bahan, contohnya larutan garam, larutan gula (nektar), trikoma yang mengeluarkan sekresi itu sering disebut kelenjar.

a. Trikoma sekresi garam

Rambut seperti gelembung yang terdiri atas sel sekresi yang besar di ujung tangkai yang menyempit terdiri atas satu atau kadang kadang beberapa sel dan sel basal seperti terlihat pada *Atriplex*. Garam tersebut disekresi oleh sitoplasma ke dalam vakuola yang besar. Sel sekresi menjadi kering sejalan dengan umur daun, dan garamnya tertinggal di permukaan daun sebagai lapisan bertepung yang berwarna putih.

b. Kelenjar multiseluler

Terdiri atas beberapa sel sekresi dan sel pengumpul di pangkal. Kadang-kadang sel tangkai dapat juga ada. Pada kelenjar tersebut sitoplasmanya rapat, kaya akan mitokondria, ER, dan badan golgi dan mempunyai banyak struktur gelembung. Larutan garam secara aktif di sekresi ke dalam permukaan sel sekresi. Pori pada kutikula yang menutupi sel sel sekresi kelenjar tersebut.

c. hidatoda-tricom

Trikoma yang mengeluarkan larutan encer yang berisi beberapa bahan organik dan anorganik disebut hidatoda-tricom. Trikoma berkelenjar seperti itu yang terjadi pada daun muda dan batang *Cicer arietinum* terdiri atas tangkai uniseriat dan kepala lonjong yang bersel banyak.

d. Trikoma sekresi nektar

Telah ditemukan bahwa gelembung yang terutama berasal ER terlibat dalam sekresi nektar. Sel epidermis tidak berbentuk rambut dapat juga bersifat kelenjar. Epidermis sekresi seperti itu terdapat pada bentuk pertumbuhan yang khusus, pada gigi pinggir daun atau pada berbagai bagian organ bunga.

e. Kelenjar sekresi getah

Getah yang dikeluarkan terutama adalah polisakarida. Gelembung golgi terlibat dalam sekresinya. Getah yang dihasilkan diendapkan pada ruang diantara dinding sel dan kutikula. Kutikula dapat pecah dan getah itu sampai di permukaan.

f. Kelenjar tumbuhan karnivor

Organ perangkap pada tumbuhan tersebut biasanya daun yang mengalami modifikasi. Keuntungan nutrisi diambil dari mangsa yang tertangkap sebagai hasil pencernaannya. Hal tersebut ditolong oleh

trikoma berkenjar. Banyak penelitian dilakukan mengenai trikoma berkenjar ini dari segi fisiologis dan anatomis.

g. Trikoma sekresi terpentin

- 1) Rambut berkelenjar, contohnya pada kelenjar *Labiatae* yang menghasilkan minyak esensial. Struktur tersebut terdiri atas sel basal, tangkai uniseriate bersel satu atau beberapa sel panjangnya dan kepala berisikan satu atau beberapa sel sekresi. Dinding sel yang mengelilingi sel sekresi terdiferensiasi menjadi kutikula, lapisan bersifat kutikula, lapisan pektin dan lapisan bersifat selulosa. Di bawah mikroskop elektron, vakuola terlihat berisi bahan osmofilik. Pada tingkat sekresi, badan golgi dan ER bertambah jumlahnya, kubahnya (sisterna) melebar. Sitoplasma mengerut dari dinding sel secara tidak beraturan. Dinding sel robek diantara lapisan pektin dan kutikula, sehingga terbentuk ruang subkutikular yang khas. Selama proses sekresi itu vakuola kehilangan isinya. Pada sel-sel tua vakuola itu kosong, sedangkan ruang plasmatik tambahan itu sangat meluas. Substansi yang disekresi itu berkumpul dalam ruang subkutikular. Kadang kadang ruang ini tetap kecil dikarenakan adanya pori pada kutikula. Dapat pula sekresi berakhir dengan kematian sel.
- 2) Rambut kusut berkelenjar. Rambut ini terdiri atas tangkai dan kepala multiseriat, contohnya pada *Cleome*. Studi mikroskop

elektron *Cleome spinosa* memperlihatkan bahwa minyak esensial mula mula tampak sebagai tetes-tetes kecil. Minyaknya hanya dalam jumlah kecil tertinggal dalam sitoplasma.

h. Koleter

Trikoma yang menghasilkan bahan lengket. Trikoma kelenjar biasanya terdiri atas kepala multiseluler dan tangkai yang kadang kadang juga tidak ada. Semua sel epidermis bagian luar dan kerap kali juga sel di sekitarnya mempunyai kemampuan bersekresi.

i. Rambut sengat

Rambut sengat *Urtica* adalah trikoma tidak berkelenjar yang sangat khusus. Rambut ini terdiri atas sel tunggal panjang, yang pangkalnya melebar seperti kandung kemih dan bagian atasnya menyempit seperti jarum. Pangkal yang melebar itu dikelilingi sel epidermis yang timbul di atas sel-sel epidermis yang lain. Dinding dari bagian yang seperti jarum dari sel sekresi ujungnya diresapi dengan silika dan agak kebawah dengan kalsium. Bagian paling ujung berbentuk bola dan patah bila tersentuh sepanjang garis kodratnya. Ujung yang terputus serupa dengan ujung suntikan dan dengan demikian menembus kulit dengan mudah, ke dalamnya disuntikkan kandungan sel yang beracun dan membuat pedih (histamin dan asetilkolin)

j. Rambut akar

Rambut akar adalah sel epidermis berbentuk tabung memanjang. Hanya pada beberapa tumbuhan rambut tersebut bercabang. Rambut akar panjangnya 80-1500 dan diameternya 5-17 m. Rambut akar mempunyai vakuola lebar dan biasanya berdinding tipis.⁴⁸

J. Penelitian Relevan

Penelitian tentang pengaruh emisi gas buang terhadap kerapatan trikoma sudah banyak dilakukan oleh peneliti terdahulu. Liezel M. Magtoto dalam penelitiannya mengatakan bahwa trikoma pada *Tithonia diversifolia* yang berada di daerah tercemar mengalami pengurangan ukuran panjang. Hal ini didukung oleh penelitian Gupta Ghouse, panjang trikoma pada daerah kontrol dan tercemar berbeda nyata.⁴⁹

Kerapatan trikoma pada daerah terpolusi juga berbeda nyata, dimana daun memiliki trikoma lebih rapat pada area tercemar. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Rafia Azmat yang mengatakan bahwa jumlah trikoma bertambah pada area terpolusi. Trikoma berfungsi untuk melindungi daun dari herbivora, sinar UV, dan zat-zat berbahaya.⁵⁰

⁴⁸A. Fahn, *Anatomi Tumbuhan*, (Yogyakarta : UGM Press, 1991), h. 284-296

⁴⁹Liezel M. Magtoto, Demsom G.M., Fideliz P.Lomahan. "Morpho-Anatomical Characterization of *Tithonia diversifolia* Gray Growing on Sites Exposed to Vehicular Emissions". *International Journal of Plant, Animal, and Environmental Sciences*, Volume 3, Nomor 3 (July 2013), h. 170

⁵⁰Rafia Azmat, et. al. "A Viable Alternative Mechanism in Adapting The Plants to Heavy Metal Environment". *Jurnal Department of Chemistry, Botany, and Biochemistry*, Volume 41, Nomor 6. (2009), h. 2731

Hasil yang sama juga ditemukan oleh Rupnarayan yang meneliti tanaman *Mimocus elengi*. Trikoma tidak ditemukan pada daerah kontrol, sedangkan di daerah terpolusi, trikoma uniseluler tumbuh maksimal pada permukaan bawah daun (abaksial) di dekat stomata. Trikoma yang tumbuh di dekat stomata berperan sebagai penghalang dari zat partikulat yang akan masuk melalui celah pembukaan stomata.

K. Hipotesis

Hipotesis merupakan jawaban sementara terhadap rumusan masalah penelitian, dimana rumusan masalah penelitian telah dinyatakan dalam bentuk pertanyaan. Hipotesis dikatakan sementara karena jawaban yang diberikan baru didasarkan pada teori. Berdasarkan penjelasan tersebut, maka penulis mengajukan hipotesis sebagai berikut :

H_0 = Pencemaran udara dari kendaraan bermotor tidak memberikan pengaruh nyata terhadap parameter yang diamati

H_1 = Pencemaran udara dari kendaraan bermotor memberikan pengaruh nyata terhadap parameter yang diamati

Hasil statistik data yang dianalisis didapatkan dengan menggunakan nilai signifikansi

Signifikansi $< 0,05$ = Berbeda Nyata (Tolak H_0 , terima H_1)

Signifikansi $\geq 0,05$ = Tidak Berbeda Nyata (Tolak H_1 , Terima H_0)

L. Kerangka Pikir

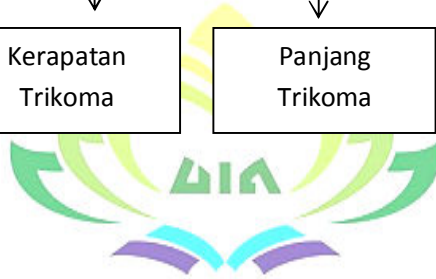
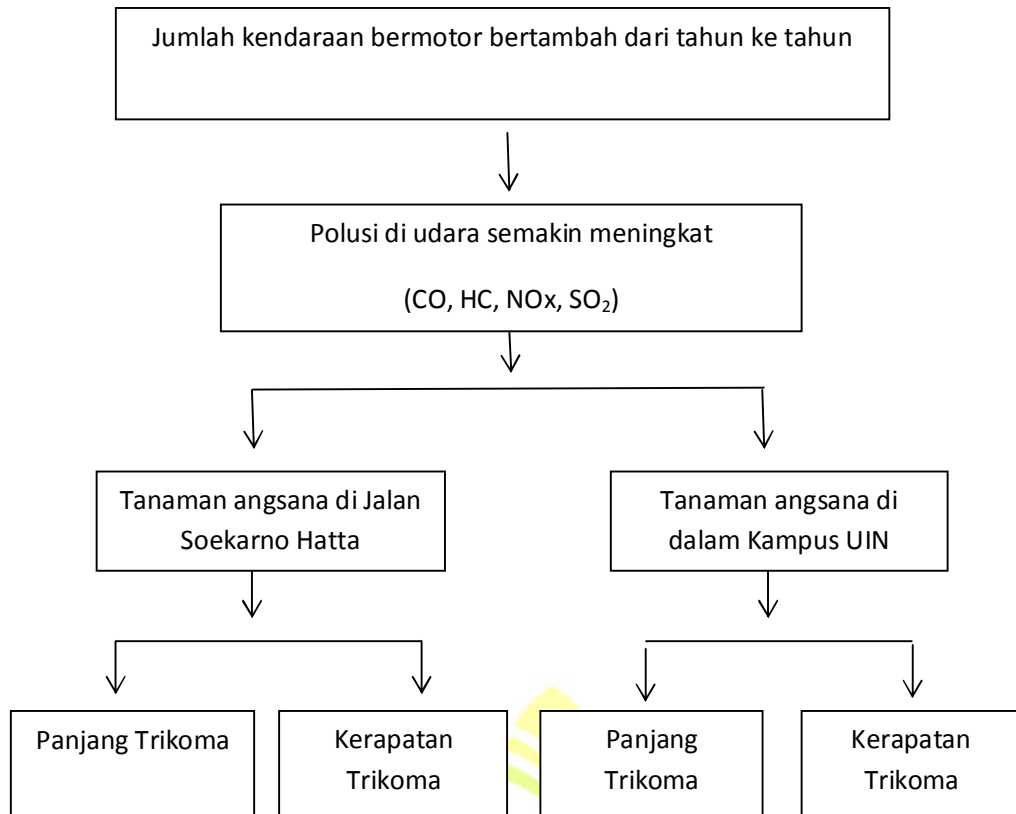
Bidang transportasi di daerah perkotaan semakin mengalami kemajuan. Hal ini dapat terlihat dari padatnya lalu lintas di jalan khususnya di jalan

Soekarno-Hatta, Bandar Lampung. Bertambahnya jumlah kendaraan memberikan dampak negatif bagi lingkungan karena dapat meningkatkan kadar polutan di udara.

Penambahan kadar polutan di udara dapat mempengaruhi secara langsung terhadap pohon yang ada di pinggir jalan atau pohon pelindung. Salah satu pohon pelindung adalah pohon angkana. Sebagai tanaman yang setiap harinya terkena polutan di udara, tanaman angkana mengalami gangguan morfologi dan anatomi yang disebabkan oleh gas buang kendaraan.

Salah satu kerusakan morfologi yang disebabkan oleh emisi kendaraan adalah trikoma. Trikoma berfungsi untuk mengurangi laju transpirasi, dan melindungi daun dari serangan luar termasuk zat-zat polutan berbahaya. Emisi gas buang dari kendaraan bermotor menghasilkan carbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), nitrogen oksida (NO_x), dan sulfur dioksida (SO₂). Zat-zat tersebut apabila masuk ke dalam daun melalui celah pembukaan stomata dapat mempengaruhi laju fotosintesis dan perkembangan daun.

Dari paparan diatas, maka peneliti bermaksud membuat penelitian tentang pengaruh emisi kendaraan terhadap luas daun dan kerapatan trikoma pada tanaman angkana yang berada di UIN Raden Intan Lampung dan di Jalan Soekarno-Hatta.



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, pada bulan Agustus 2018.

B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah mikroskop, alat tulis, kamera, gunting, isolasi bening, mikrometer kalibrasi, gelas objek dan kertas label. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kutek bening dan daun angkana (*Pterocarpus indicus* Willd).

C. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan metode observasi atau pengamatan langsung. Observasi dilakukan di jalan Soekarno-Hatta dan di UIN Raden Intan Lampung, tujuan dari metode observasi yaitu untuk menentukan titik pengambilan sampel pada pohon dan untuk mengetahui jumlah tanaman angkana yang berada di jalan Soekarno-Hatta dan UIN Raden Intan Lampung.

D. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah tanaman angkana yang tumbuh di lingkungan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung dan di jalan Soekarno-Hatta. Sampel diambil dengan teknik *purposive sampling*.

Sampel dalam penelitian ini adalah daun tanaman angkana (*Pterocarpus indicus* Willd). Jumlah sampel dari masing masing lokasi ialah 12 pohon. Masing-masing pohon diambil 3 dari ranting yang berbeda dan pengamatan dilakukan pada pangkal, tengah serta ujung daun.

E. Parameter Penelitian

Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah kerapatan trikoma daun tanaman angkana (*Pterocarpus indicus* Willd) pada permukaan bawah daun (abaksial), panjang trikoma, diameter trikoma, jumlah sel multiseriat dan jenis trikoma.

F. Metode Penelitian

Metode dalam penelitian ini adalah *ex postfacto* dengan pendekatan laboratorik. Metode *ex postfacto* merupakan metode penelitian dimana variabel-variabel bebas telah terjadi sebelum peneliti melakukan pengamatan terhadap variabel terikat.⁵¹ Tujuan dari pendekatan laboratorik ini yaitu digunakan yaitu untuk mengetahui gambaran kerapatan trikoma pada tanaman angkana (*Pterocarpus indicus* Willd). Metode yang digunakan untuk melihat trikoma daun angkana yaitu metode replika.

G. Cara Kerja

1. Tahap Persiapan

Peneliti mempersiapkan alat dan bahan berupa mikroskop, alat tulis, kamera, isolasi bening, mikrometer kalibrasi, gelas objek dan kertas label.

⁵¹ Sukardi, *Metode Penelitian Pendidikan* (Jakarta : Bumi Aksara, 2011), h. 165

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kutek bening dan daun angkana (*Pterocarpus indicus* Willd).

2. Tahap Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan dilakukan dengan pengamatan langsung pada objek yang akan diteliti di laboratorium, yaitu dengan melihat kerapatan trikoma daun angkana menggunakan metode replika. Adapun langkahnya ialah sebagai berikut :

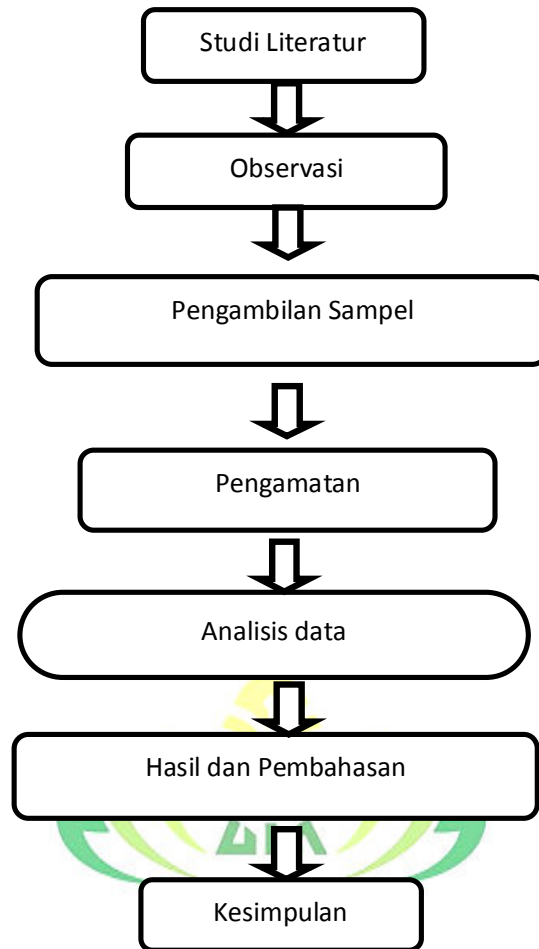
- a. Tiga tangkai daun dari masing-masing pohon yang telah diambil, kemudian dibersihkan menggunakan tisu agar daun bersih dari debu.
- b. Mengoleskan kutek transparan pada daun yang sudah bersih di bagian pangkal daun, tengah daun dan ujung daun. Pengolesan dilakukan di permukaan abaksial dan tunggu hingga kering.
- c. Menempelkan isolasi bening pada permukaan daun yang sudah diolesi kutek.
- d. Meratakan isolasi dengan jari supaya isolasi dapat menempel secara merata pada permukaan daun.
- e. Mengelupas isolasi secara perlahan dan menempelkan pada gelas objek
- f. Mengamati preparat dengan mikroskop, untuk kerapatan trikoma menggunakan perbesaran 10x10, untuk panjang dan diameter trikoma menggunakan perbesaran 40x10.

H. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan uji t independen menggunakan *Statistic Product and Service Solution* (SPSS) 16,0. Uji t berfungsi untuk membandingkan nilai trikoma atau mengetahui perbedaan rata rata nilai trikoma pada tanaman di lokasi yang relatif tercemar dengan lokasi kurang tercemar sedangkan untuk pengaruh emisi kendaraan bermotor dianalisis menggunakan metode deskriptif kualitatif.



I. Alur Kerja Penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Lokasi Penelitian

Sampel penelitian diambil dari dua tempat yang berbeda, yaitu jalan Soekarno-Hatta dan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung (UIN RIL). Jalan Soekarno-Hatta merupakan jalan lintas utama di kota Bandar Lampung. Jalan Soekarno-Hatta dipilih sebagai tempat pengambilan sampel karena diduga memiliki tingkat polutan yang tinggi. Sampel kedua diambil di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung yang diduga memiliki tingkat polutan lebih rendah dari jalan Soekarno-Hatta.

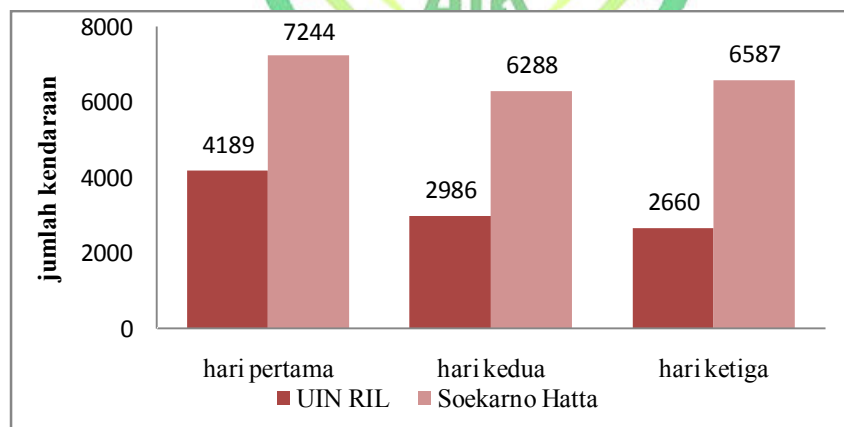
Jalan Soekarno-Hatta merupakan jalan penghubung bagi kendaraan yang berasal dari pulau Jawa menuju Sumatera ataupun sebaliknya, oleh karena itu jalan tersebut memiliki lalu lintas yang padat setiap harinya. Jalan ini membentang dari Kecamatan Panjang sampai Haji Mena Kecamatan Natar dengan panjang mencapai 24 km.

Jalan UIN RIL adalah jalan yang ada di dalam kampus UIN. UIN RIL merupakan salah satu universitas negeri yang ada di Provinsi Lampung. Kampus tersebut memiliki luas lahan sekitar 46 hektar are, dengan lahan yang cukup luas UIN RIL mempunyai lima Fakultas yaitu Fakultas dakwah, Syari'ah, Ekonomi dan Bisnis Islam, Tarbiyah serta Ushuludin. UIN RIL merupakan kampus konservasi, konservasi diartikan sebagai kegiatan perlindungan yang dilakukan

untuk melestarikan sesuatu dari kerusakan. Tindakan konservasi membuat daerah sekitar kampus memiliki kualitas udara yang segar dan kawasan yang asri. Pohon-pohon yang tertanam di area kampus, selain untuk keindahan juga bermanfaat guna mengurangi dampak pencemaran udara.

B. Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas diukur dengan menghitung jumlah kendaraan di kedua tempat, yaitu jalan Soekarno-Hatta dan jalan di UIN RIL. Peneliti menghitung kendaraan selama tiga hari, dimulai pada pukul 07.00 sampai 17.00 WIB. Hasil dari perhitungan kendaraan berguna untuk mengetahui beban emisi gas buang perhari pada kedua tempat. Berdasarkan hasil survey pada tanggal 3 September 2018, jalan Soekarno-Hatta memiliki jumlah rata-rata kendaraan sebanyak 6.706 perhari, sementara di UIN RIL sebanyak 3.278 perhari. Volume kendaraan dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 2
Grafik Jumlah Kendaraan

Grafik di atas menjelaskan bahwa jumlah kendaraan di jalan Soekarno-Hatta memiliki angka yang lebih tinggi dibandingkan di UIN RIL. Jumlah kendaraan yang berbeda akan mempengaruhi nilai beban emisinya. Tempat yang memiliki volume kendaraan tinggi akan menyumbang emisi yang tinggi pula, begitu pun sebaliknya. Perbedaan jumlah kendaraan juga dapat dilihat pada tabel uji t dibawah ini :

Tabel 2
Hasil Uji t Jumlah Kendaraan

Lokasi		N	Mean	Nilai Signifikasi	Hasil Uji t
Kendaraan	UIN RIL	3	3,27	0,015	BN
	Soekarno-Hatta	3	6,76		

Keterangan: BN : beda nyata pada uji t dengan tingkat kepercayaan 95%

TBN : tidak beda nyata pada uji t dengan tingkat kepercayaan 95 %

Hasil analisis uji t tersebut memberi gambaran tentang perbedaan rata rata volume kendaraan di UIN RIL dan Soekarno Hatta. Kedua lokasi tersebut berbeda nyata dengan nilai signifikasi 0,015 ($p < 0,05$). Nilai rata-rata dari setiap lokasi yaitu 3,27 di UIN RIL dan 6,76 di Soekarno-Hatta, artinya kendaraan yang melintas di di UIN RIL setengahnya dari jalan Soekarno-Hatta.

C. Emisi Kendaraan Bermotor

Emisi gas buang kendaraan adalah sisa hasil pembakaran bahan bakar di dalam mesin yang dikeluarkan melalui sistem pembuangan mesin, sedangkan proses pembakaran adalah reaksi kimia antara oksigen dengan senyawa hidrokarbon untuk menghasilkan tenaga. Dalam reaksi yang sempurna, maka sisa

hasil pembakaran adalah berupa karbon dioksida (CO_2) dan uap air (H_2O). Dalam prakteknya, pembakaran yang terjadi di dalam mesin kendaraan tidak selalu berjalan sempurna, sehingga di dalam gas buang mengandung senyawa berbahaya seperti karbon monoksida (CO), sulfur dioksida (SO_2), nitrogen oksida (NO_x) dan hidrokarbon (HC).⁵²

Beban emisi untuk suatu polutan dari kendaraan bermotor dilakukan dengan mengalikan jumlah volume kendaraan berdasarkan jenis kategori kendaraan dengan faktor emisi dan panjang lintasan yang diteliti. Berikut adalah tabel nilai rata rata beban emisi pada setiap lokasi :

Tabel 3
Perbedaan Rata-Rata Emisi Gas Buang

Emisi gas buang	Rata-rata UIN Raden Intan	Rata-rata Soekarno Hatta	Nilai signifikasi	Hasil uji t
CO	1,07	2,94	0,001	BN
HC	3,75	5,88	0,025	BN
NO_x	2,91	6,02	0,003	BN
SO_2	6,3	24,7	0,005	BN

Keterangan: BN : beda nyata pada uji t dengan tingkat kepercayaan 95%

TBN : tidak beda nyata pada uji t dengan tingkat kepercayaan 95 %

Tabel 3 menunjukkan bahwa rata-rata beban emisi lebih banyak pada jalan Soekarno-Hatta. Hal tersebut dikarenakan jalan Soekarno-Hatta adalah jalan utama di kota Bandar Lampung yang tidak pernah sepi dari kendaraan. Hasil analisis uji t menunjukkan bahwa karbon monoksida (CO) berbeda nyata

⁵²Winarno, J." Studi Emisi Gas Buang Kendaraan Bermesin Bensin Pada Berbagai Merk Kendaraan Dan Tahun Pembuatan". *Jurnal Teknik*, Nomor 55. (2014) h.3

dengan nilai signifikansi 0,001. Hidro karbon (HC) dan nitrogen oksida (NOx) pun berbeda nyata dengan nilai signifikansi 0,025 dan 0,003, selanjutnya sulfur dioksida juga berbeda nyata dengan nilai signifikansi 0,005. Beban emisi kendaraan bermotor seluruhnya berbeda nyata antara di UIN RIL dan Soekarno-Hatta.

Jumlah emisi gas buang yang berbeda disebabkan karena volume kendaraan di UIN RIL lebih sedikit daripada di Soekarno-Hatta. Perbedaan nilai emisi kendaraan bermotor dipengaruhi oleh jenis dan jumlah kendaraan yang melintas. UIN RIL dan Soekarno-Hatta dilintasi oleh jumlah dan jenis kendaraan yang berbeda. Berikut ini adalah tabel jumlah dan jenis kendaraan bermotor yang terdapat di masing-masing lokasi :

Tabel 4

Lokasi	Jumlah dan Jenis Kendaraan			
	Jenis Kendaraan			
	Motor	Mobil	Truk	Bus
UIN RIL	2981	296	0	0
Soekarno-Hatta	2971	2341	1359	41

Tabel 4 menunjukkan jumlah dan jenis kendaraan yang melintas di UIN RIL dan Soekarno-Hatta. Jumlah sepeda motor diantara kedua tempat tidak berbeda jauh, namun untuk mobil pribadi memiliki selisih cukup banyak yaitu 296 di UIN RIL dan 2341 di jalan Soekarno-Hatta. Truk dan bus seluruhnya ada di jalan Soekarno-Hatta, karena jalan tersebut merupakan jalan lintas kota Bandar Lampung. Perbedaan mencolok dari kedua tempat adalah keberadaan truk dan

bus, yang hanya ada di jalan Soekarno-Hatta. Truk dan bus yang melintasi jalan Soekarno-Hatta dapat memberikan dampak emisi yang lebih besar dibandingkan UIN RIL yang hanya dilintasi oleh sepeda motor dan mobil pribadi saja. Faktor lain yang mempengaruhi jumlah emisi gas buang adalah umur kendaraan.

Usia kendaraan yang dibatasi akan menekan tingkat kemacetan lalu lintas dan akan mengurangi emisi gas buang. Umur mesin berpengaruh terhadap konsentrasi emisi yang dihasilkan, semakin tua umur mesin maka konsentrasi emisi yang dihasilkan semakin besar. Hal ini disebabkan oleh komponen-komponen mesin telah banyak mengalami keausan dan banyak kotoran-kotoran yang menempel di saringan udara.

Peraturan daerah Provinsi DKI Jakarta nomor 5 tahun 2014 pasal 51 ayat 1 menyebutkan bahwa usia kelayakan mobil bus maksimal 10 tahun dan truk 10 tahun. Peraturan tersebut dapat dijadikan acuan untuk pengendara truk dan bus di seluruh Indonesia, namun pada kenyataannya pengguna truk dan bus masih menggunakan mesin yang usianya lebih dari 10 tahun. Hal tersebut akan berdampak pada emisi yang dikeluarkan, apalagi jika tidak dibarengi dengan perawatan kendaraan secara rutin. Perawatan yang dilakukan terhadap mesin kendaraan berpengaruh terhadap emisi yang dihasilkan.⁵³

Devianti Muziansyah menyebutkan terdapat tujuh faktor yang mempengaruhi emisi gas buang dari kendaraan bermotor, faktor-faktor tersebut

⁵³ Peraturan Daerah Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta nomor 5 tahun 2014 tentang Transportasi, h. 27

ialah jumlah kendaraan, umur kendaraan, perawatan kendaraan, kecepatan kendaraan, jenis bahan bakar, jumlah bahan bakar dan kapasitas mesin.⁵⁴ Mobil pribadi dan sepeda motor di UIN RIL menggunakan jenis bahan bakar bensin, sedangkan kendaraan yang melintasi jalan Soekarno-Hatta menggunakan bahan bakar bensin dan solar. Hal ini tentu saja dapat menambah pencemaran udara di jalan Soekarno-Hatta, karena kendaraan berbahan dasar solar hanya ditemukan di jalan Soekarno-Hatta.

Truk dan bus merupakan kendaraan yang memiliki kapasitas mesin lebih besar dibandingkan sepeda motor. Kapasitas mesin kendaraan mempengaruhi konsumsi bahan bakar, semakin besar kapasitas mesin, semakin besar pula bahan bakar yang dibutuhkan oleh kendaraan tersebut. Perbedaan kapasitas mempengaruhi konsentrasi emisi gas buangnya. Mesin kendaraan dengan kapasitas lebih besar akan mengeluarkan zat pencemar yang lebih besar.⁵⁵

Jalan Soekarno Hatta dan UIN RIL memiliki perbedaan pada penyumbang zat pencemar, dimana kendaraan roda dua menjadi kontributor utama zat pencemar ke udara di UIN RIL, sedangkan di jalan Soekarno-Hatta yang menjadi penyumbang zat pencemar udara ialah kendaraan roda empat, baik mobil pribadi ataupun truk. Hal tersebut terjadi karena di UIN RIL dipadati oleh kendaraan roda dua, baik mahasiswa maupun dosen lebih banyak menggunakan

⁵⁴Devianti Muziansyah, Rahayu Sulistyorini, Syukur Sebayang, "Model Emisi Gas Buangan Kendaraan Bermotor Akibat Aktivitas Transportasi". *Jurnal JRSDD*, Volume 3, Nomor 1 (Maret 2015), h. 59

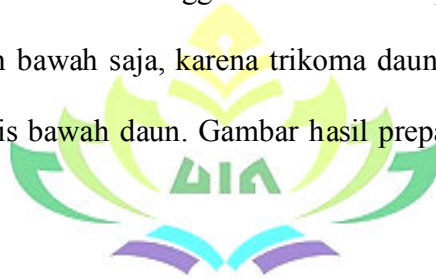
⁵⁵ *Ibid*, h. 60

kendaraan roda dua. Jalan Soekarno-Hatta memiliki fakta yang berbeda, yaitu kepadatan lalu lintas dipenuhi oleh kendaraan roda empat.

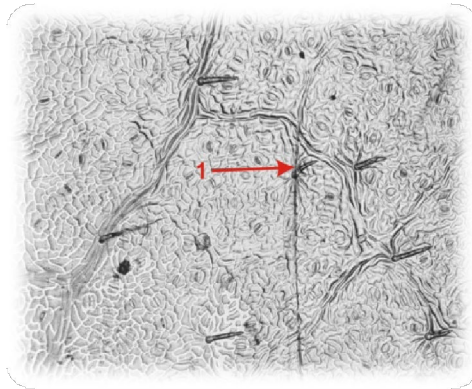
Emisi gas buang kendaraan bermotor yang terdiri dari karbon monoksida (CO), hidro karbon (HC), Nitrogen oksida (NO_x) dan sulfur dioksida (SO₂) adalah salah satu penyebab terjadinya suhu panas lingkungan (efek rumah kaca). Efek rumah kaca dapat menimbulkan banyak kerugian bagi kehidupan manusia dan vegetasi alam. Velida dalam penelitiannya mengatakan bahwa gas buang kendaraan bermotor menyumbang 1/3 dari total gas pencemar udara.⁵⁶

D. Hubungan Emisi dan Trikona

Daun angkana (*Pterocarpus indicus*) yang diamati baik di UIN RIL maupun di jalan Soekarno-Hatta menggunakan metode replika. Daun yang diteliti hanya pada permukaan bawah saja, karena trikoma daun angkana hanya tumbuh pada jaringan epidermis bawah daun. Gambar hasil preparat daun angkana dapat dilihat di bawah ini :

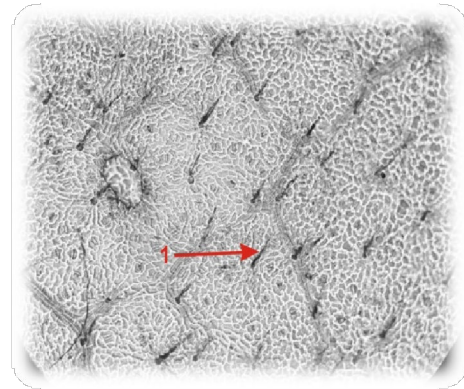


⁵⁶Velida Lustria Tiarani, “Kajian Beban Emisi Pencemar Udara (TSP, NO_x, CO, HC, SO₂) dan Gas rumah kaca (CO₂, CH₄, N₂O) Sektor Transportasi Darat Kota Yogyakarta dengan Metode Tier 1 dan Tier2”, (Jurnal Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang, 2016) h.2



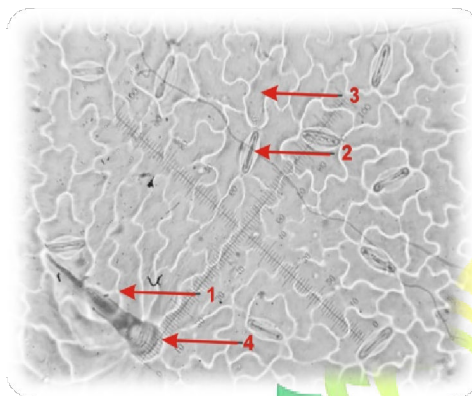
Gambar 3

Kerapatan Trikoma UIN RIL



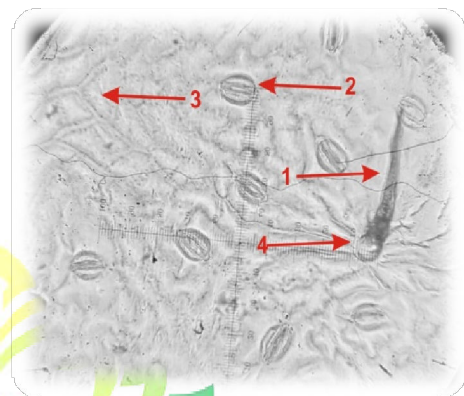
Gambar 4

Kerapatan Trikoma Soekarno-Hatta



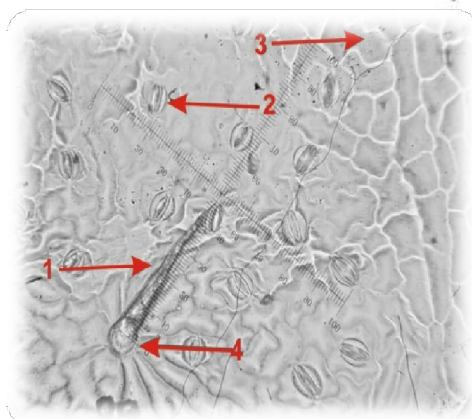
Gambar 5

Diameter Trikoma UIN RIL

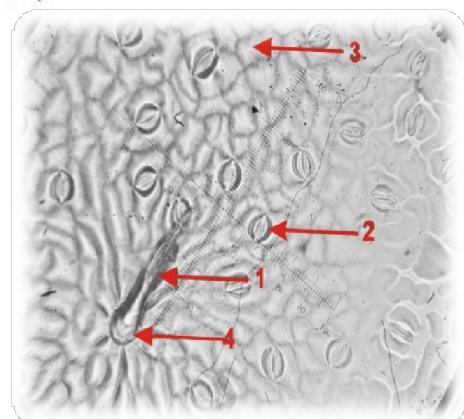


Gambar 6

Diameter Trikoma Soekarno-Hatta



Gambar 7



Gambar 8

Panjang Trikoma UIN RIL

Panjang Trikoma Soekarno-Hatta

Keterangan : 1. Sel epidermis 2. Stomata 3. Trikoma 4. Pangkal trikoma

Gambar 3 menunjukkan kerapatan trikoma di UIN RIL, sedangkan pada gambar 4 adalah kerapatan trikoma di jalan Soekarno-Hatta. Kerapatan trikoma dilihat menggunakan mikroskop dengan perbesaran 10x10. Gambar 5 merupakan diameter trikoma UIN RIL dan gambar 6 adalah diameter trikoma Soekarno-Hatta. Gambar 7 adalah panjang dari trikoma di UIN RIL dan 8 adalah panjang trikoma di jalan Soekarno-Hatta. Panjang dan diameter trikoma diukur menggunakan perbesaran 40x10, sehingga trikoma terlihat lebih besar.

Hasil pengamatan terhadap tanaman angkana menunjukkan bahwa angkana memiliki trikoma uniseluler yaitu trikoma yang berbentuk seperti rambut tunggal dan memiliki pangkal yang membulat. Angkana memiliki jenis trikoma non kelenjar. Trikoma non kelenjar berfungsi untuk mencegah penguapan dengan cara mengurangi laju transpirasi, melindungi daun dari serangga dan serangan mekanik lainnya.⁵⁷ Bentuk dan jenis trikoma yang terdapat pada suatu tanaman dapat dijadikan sebagai kunci dari identifikasi marga, spesies, sub spesies dan varietas dari berbagai family yang diteliti.⁵⁸

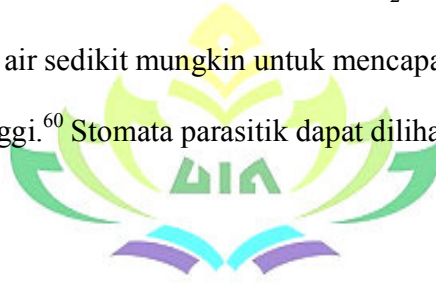
Gambar preparat pada jalan Soekarno-Hatta terlihat ada kerusakan pada sel epidermis dan trikomanya, kerusakan tersebut dikarenakan banyaknya debu yang

⁵⁷Sri ambardini, Indrawati, R. "Karakter Trikoma Daun Tanaman Jati (*Tectona Grandis* L.) yang Ditanam pada Tanah Pasca Tambang Emas Bombana dengan Variasi Dosis Pupuk Kandang Kambing". *Jurnal Biowallacea*, Volume 2, Nomor 1 (April 2015) h.114

⁵⁸Veni Puspita Dewi, Iin Hindun, S.W. "Studi Trikoma pada Famili *Solanaceae* sebagai Sumber Belajar Biologi". *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia* Volume 1, Nomor 5 (2015), h.209

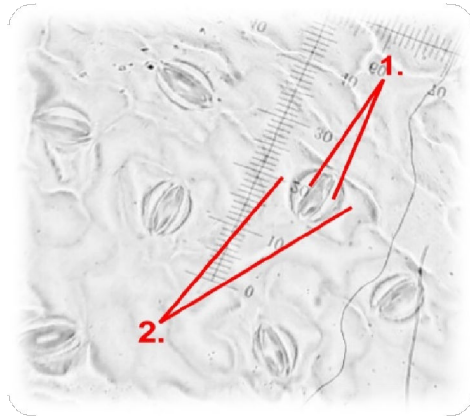
menempel pada permukaan daun angkana. Hal serupa juga ditemukan dalam penelitian Chorunnisa yang mengatakan bahwa debu dapat menyebabkan luka atau perobekan pada jaringan epidermis. Debu yang mengandung bahan pencemar dapat menyebabkan kerusakan sel epidermis pada konsentrasi tertentu.⁵⁹

Tanaman angkana memiliki tipe stomata parasitik yaitu tipe sel penutup yang didampingi oleh satu sel tetangga atau lebih dengan sumbu panjang sel tetangga sejajar dengan sumbu sel penutup. Stomata memiliki fungsi sebagai pintu masuknya CO₂ dan keluarnya uap air ke daun atau dari daun. Besar kecilnya pembukaan stomata merupakan regulasi terpenting yang dilakukan oleh tanaman, dimana tanaman berusaha memasukkan CO₂ sebanyak mungkin tetapi dengan mengeluarkan air sedikit mungkin untuk mencapai efisiensi pertumbuhan yang tinggi.⁶⁰ Stomata parasitik dapat dilihat pada gambar di bawah ini :

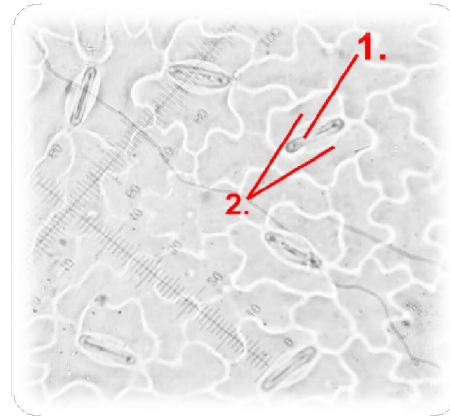


⁵⁹Chirunnisa Wihda Desyanti, "Identifikasi Struktur Anatomi Daun Angkana dan Beringin akibat Pengaruh vulkanik Pasca Gunung Merapi" (Skripsi Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2012), h. 34

⁶⁰Guti Gratimah, "Analisis Kebutuhan Hutan Kota Sebagai Penyerap Gas CO₂ Antropogenik Di Pusat Kota Medan", (Skripsi Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara, 2009) h.15



Gambar 9
Stomata membuka



Gambar 10
Stomata menutup

Keterangan : 1. Sel penjaga 2. Sel tetangga

Perbedaan kerapatan trikoma di UIN RIL dan jalan Soekarno Hatta dapat dilihat pada gambar 3 dan 4. Kerapatan trikoma jalan Soekarno Hatta terlihat lebih rapat apabila dibandingkan dengan trikoma UIN RIL. Hasil perhitungan dari preparat tersebut kemudian dianalisis menggunakan uji t, berikut adalah tabel uji t dari parameter yang diteliti :

Tabel 5
Perbedaan Rata-Rata Parameter Trikoma

Parameter	Nilai rata-rata UIN RIL	Nilai rata-rata Soekarno Hatta	Nilai signifikansi	Hasil uji t
Kerapatan trikoma	7,37	16,37	0,000	BN
Panjang trikoma (μm)	128	111	0,000	BN
Diameter trikoma (μm)	23.77	23.08	0,255	TBN

Keterangan: BN : beda nyata pada uji t dengan tingkat kepercayaan 95%
TBN : tidak beda nyata pada uji t dengan tingkat kepercayaan 95 %

Tabel 5 merupakan hasil perhitungan nilai kerapatan trikoma pada daun angkana di UIN RIL dan di jalan Soekarno-Hatta. Kerapatan trikoma berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95%, yaitu memiliki nilai rata-rata 7,37 di UIN RIL dan 16,80 di jalan Soekarno Hatta. Kerapatan dan panjang trikoma berbeda nyata pada nilai signifikasi 0,000, sedangkan diameter trikoma tidak berbeda nyata dengan nilai signifikasi 0,255.

Hasil uji t menunjukkan bahwa tanaman yang terpolusi gas buang kendaraan bermotor secara anatomi mempengaruhi kerapatan dan ukuran panjang trikoma, namun tidak dengan diameter trikoma. Diameter trikoma tidak berbeda. Perkembangan trikoma diawali dengan penonjolan pada sel epidermis, tonjolan tersebut akan berdiferensiasi menjadi trikoma, selanjutnya trikoma mengalami pertambahan ukuran panjang. Diameter pangkal trikoma tidak mengalami pertambahan ukuran yang signifikan, hal tersebut membuat diameter trikoma tidak berbeda nyata.

Tanaman yang tumbuh di lingkungan tercemar atau daerah tinggi polusi akan meningkatkan jumlah trikoma guna mempertahankan dirinya. Jumlah kerapatan trikoma yang tinggi di lingkungan tercemar adalah salah satu bentuk respon tumbuhan terhadap gas-gas polutan. Trikoma berfungsi mengurangi penguapan dan melindungi daun dari ancaman luar, trikoma pada daerah terpolusi akan melindungi daun dengan memerangkap zat partikuler dan menghalanginya masuk ke dalam stomata. Jumlah trikoma yang lebih banyak juga berfungsi untuk mengurangi laju transpirasi daun.

Emisi gas buang yang dihasilkan dari kendaraan bermotor berkontribusi besar dalam pencemaran udara. Semakin tinggi emisi gas buang maka kualitas udara menjadi semakin buruk. Kualitas udara yang buruk berdampak pada proses fotosintesis tumbuhan, sehingga tanaman melakukan respon terhadap cekaman lingkungan yang tidak menguntungkan.

Rupnarayan Sett dalam penelitiannya mengatakan bahwa trikoma pada tanaman *Mimosa elengi* tumbuh lebih banyak pada daerah terpolusi. Trikoma tumbuh pada permukaan bawah daun di dekat stomata. Trikoma yang tumbuh di dekat stomata merupakan bukti bahwa trikoma berfungsi melindungi stomata dari zat-zat partikuler yang akan masuk melalui pembukaan stomata.⁶¹

Lizel M. Magtoto mengatakan bahwa nilai kerapatan trikoma tertinggi ditemukan pada area yang terpolusi, hal tersebut sejalan dengan penelitian sebelumnya. Trikoma berfungsi melindungi jaringan epidermis dari zat zat polutan berbahaya yang ada di udara. Pencemaran udara yang disebabkan oleh emisi gas buang akan mempengaruhi ukuran epidermis daun.⁶²

Struktur anatomi daun yang berubah pasca terkena zat polutan juga dibuktikan oleh penelitian Uka U.N yang berjudul Morpho-Anatomical and Biochemical Responses of Plants to Air Polluton. Hasil penelitiannya mengemukakan bahwa dalam rangka menyesuaikan diri terhadap lingkungan

⁶¹Rupnarayan Sett, "Responses in Plants Exposed to Dust Pollution". *Horticulture International Journal*, Volume 1, Nomor 2 (2017) h.2

⁶²Lizel M. Magtoto et al, "Morpho-Anatomical Characterization of *Tithonia diversifolia* Gray Growing on Sites Exposed to Vehicular Emissions". *International Journal of Animal, Plant, and Environmental Sciences*, Volume 3, Nomor 3 (July 2013) h.170

terpolusi, suatu tanaman akan merubah struktur morfologi ataupun anatominya. Perubahan terjadi pada ketebalan sel epidermis, bertambahnya jumlah trikoma dan stomata, berkurangnya ukuran stomata dan luas daun. Keadaan tersebut menggambarkan stres tanaman terhadap cekaman.⁶³

Trikoma memiliki peran penting sebagai pelindung tanaman, karena trikoma mampu menghalangi zat-zat polutan dan logam berat yang bersifat toksik bagi tanaman. Trikoma juga berperan melindungi tanaman dari sinar ultraviolet dan gangguan serangga, oleh karena itu trikoma dapat dijadikan sebagai bio indikator terhadap terganggunya pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Trikoma dapat menggambarkan tingkat stres dan toleransi tanaman terhadap cekaman.

Daerah dengan tingkat polutan yang tinggi cenderung memiliki suhu yang tinggi. Hal ini terjadi karena gas-gas polutan terakumulasi di atmosfer yang menyebabkan cahaya matahari tidak dapat dipantulkan lagi, sehingga panas matahari terperangkap di permukaan bumi. Suhu yang tinggi akan mempercepat laju transpirasi pada tanaman. Respon tanaman angsa terhadap suhu tinggi tersebut adalah dengan memperbanyak jumlah trikoma, sesuai dengan fungsinya yaitu mengurangi penguapan sehingga trikoma dapat menjaga tanaman dari kekeringan. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Thomas J. Gianfagna yang mengatakan dalam penelitiannya bahwa suhu lingkungan mempengaruhi

⁶³Uka U.N et.al. "Morpho-Anatomical and Biochemical Responses of Plants to Air Pollution". *International Journal of Modern Botany*, Volume 7, Nomor 1 (2017) h.2

kerapatan trikoma pada permukaan daun.⁶⁴ Beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan trikoma adalah cahaya, suhu atau temperatur, kelembaban udara, dan kondisi tanah.⁶⁵

Efek negatif dari polutan adalah pada laju asimilasi karbondioksida. Efek terbesar akibat polutan gas adalah perlukaan daun (nekrosis dan gugur daun). Klorofil sangat sensitif dan mudah terpengaruh pada saat terpapar oleh kondisi lingkungan dalam waktu tertentu pada kadar tertentu. Hubungan klorofil dengan polutan gas berbanding terbalik dengan kandungan klorofil tanaman. Klorofil daun yang berkurang memberikan dampak negatif terhadap laju fotosintesis, sehingga menyebabkan berat kering daun menjadi turun dan luas daun lebih sempit.⁶⁶

Metabolisme dan mekanisme penyerapan polutan gas dimulai dari polutan gas yang memasuki tanaman melalui stomata, secara langsung merusak sel-sel fotosintetik pada daun. Pengaruh polutan terhadap tanaman ketika terpapar emisi gas buang umumnya mengakibatkan perubahan baik secara fisik dan biokimia dalam struktur stroma kloroplas. Perubahan secara fisik seperti

⁶⁴Thomas J. Gianfagna et al, "Temperature and Photoperiod Influence Trichome Density and Sesquiterpene Content of *Lycopersicon hirsutum* f. *Hirsutum*". *Journal Plants Psysiology*, Volume 100, No 3 (1992) h.1404

⁶⁵Marie Caye et al, "Effects of Vehicular Emission on Morphological Characteristics of Young and Mature Leaves of Sunflower and Napier grass". *Research Journal*, Volume XVI (2008) h.147

⁶⁶Surya Marizal, Djalal Tanjung, H.A.S. "Dampak Pencemaran Udara oleh Emisi Gas SO₂ dan NO₂ Kendaraan Bermotor terhadap Resistensi Pohon Tanjung sebagai Vegetasi Pelindung di Kota Yogyakarta". *Jurnal Sains dan Sibenatika*, Volume XVIII, Nomor 4 (2005), h. 5

terjadinya pengentalan stroma, pembengkakan kompartemen grana, hingga terjadi pecahnya struktur kloroplas.

Zat polutan yang masuk secara bersama-sama seiring membukanya stomata pada siang hari saat terjadinya fotosintesis akan menyebabkan menurunnya laju reaksi fotosintesis, ketika terjadi pembuangan gas-gas dari kendaraan bermotor pada siang hari ketika reaksi fotosintesis maksimal maka stomata akan membuka maksimal sehingga memungkinkan masuknya gas-gas buangan ke dalam jaringan mesofil. Konsentrasi polutan di dalam jaringan daun terpengaruh langsung dari emisi gas buang akibat pergerakan membuka dan menutupnya stomata. Hal ini berakibat terhadap proses pemasukan zat lain, yang dapat terakumulasi di dalam kloroplas.⁶⁷

Organ daun yang paling peka terhadap SO_2 adalah jaringan mesofil, tempat terdapatnya kloroplas dalam jumlah besar. kadar SO_2 yang berlebih akan mengganggu jaringan mesofil tersebut. Ketika tanaman terpapar, membran tilakoid kloroplas menjadi lebih sensitif terhadap keberadaan senyawa tersebut berupa pembengkakan pada struktur tilakoid, sehingga menyebabkan penangkapan cahaya oleh membran tilakoid terganggu.

Tanaman menanggapi kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan melalui dua cara, yaitu dengan meniadakan atau menghindari cekaman dan toleran terhadap cekaman. Mekanisme resistensi tanaman terhadap kondisi

⁶⁷Wahyu Hening Kartiko, Ismanto, Sri Wiedarti. “Studi Perbandingan Struktur Morfologi dan Anatomi Daun Mahoni (*Swietenia magahoni* Jacq.) antara Daerah Kedunghalang Kota Bogor dengan Daerah Ciapus Kabupaten Bogor”. *Jurnal Biologi FMIPA, Universitas Pakuan* (2016), h. 3

cekaman lingkungan tergantung pada kemampuan tanaman sendiri dalam menghindari atau mempertahankan diri dari kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan tersebut. Apabila tanaman masih mapu untuk menyesuaikan diri maka tanaman tersebut mampu hidup, tumbuh dan berkembang di wilayah tersebut.

Pada kebanyakan pencemaran udara, menyebabkan kerusakan dan perubahan fisiologi tanaman kemudian diekspresikan dalam gangguan pertumbuhan. Pencemaran menyebabkan perubahan pada tingkatan biokimia sel kemudian diikuti oleh perubahan fisiologi pada tingkat individu hingga tingkat komunitas tanaman. Namun pengaruh pencemaran udara pada pertumbuhan tanaman tidak hanya berpengaruh merusak, namun juga memberikan respon untuk beradaptasi, yakni tanaman mengendalikan diri yang disebut dengan toleransi tanaman terhadap pencemaran udara.⁶⁸

Penelitian terdahulu menjelaskan gas buang emisi kendaraan yang paling berpengaruh terhadap rusaknya struktur anatomi dan morfologi adalah nitrogen oksida (NO_x) dan Sulfur dioksida (SO₂). Sulfur oksida yang lepas ke udara selanjutnya akan menjadi asam sulfat. Komposisi oksida belerang di atmosfer dapat menyebabkan kerusakan akut atau kerusakan kronis. Kerusakan akut terjadi jika konsentrasi SO₂ tinggi di udara ambien dalam waktu yang lama, karena dapat menimbulkan beberapa gejala pada beberapa bagian daun, biasanya daun menjadi kering dan memucat. Daun yang mengalami kontak dengan SO₂

⁶⁸Mutaqin A.Z., et al. "Studi Anatomi Daun Mangga (*Mangifera indica*) Berdasarkan Perbedaan Lingkungan". *Jurnal Biodjati*, Volume 1, Nomor 1 (November 2016), h. 17

konsentrasi rendah dalam waktu yang lama akan menyebabkan kerusakan kronis tanaman ditandai dengan menguningnya warna daun karena terhambatnya mekanisme pembentukan klorofil.⁶⁹

Pada beberapa kasus, daun dapat diidentifikasi dengan gejala kerusakan yang ditimbulkan, seperti klorosis di dalam urat daun. NO_x menimbulkan spot hitam atau coklat tak teratur pada urat daun atau tepi daun. Pada konsentrasi yang lebih tinggi, gas tersebut dapat menyebabkan nekrosis atau kerusakan pada jaringan daun, dalam keadaan seperti ini daun tidak dapat berfungsi sempurna.⁷⁰

Kisaran zat-zat yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman amat luas dan pengaruh khusus racun racun ini amatlah banyak untuk diuraikan. Walaupun tidak mungkin bagi tanaman untuk menjadi resisten atau bertahan terhadap gas gas polutan pada segala konsentrasi yang dialaminya di atmosfer.

E. Hasil Penelitian sebagai Sumber Belajar

Penelitian tentang trikoma berkaitan dengan jaringan epidermis, karena trikoma merupakan turunan dari jaringan epidermis. Trikoma mempunyai fungsi untuk mengurangi penguapan, melindungi daun dari bahaya, dan menghasilkan sekret. Jumlah dan kerapatan trikoma dapat berubah sesuai dengan lingkungannya. Penelitian trikoma dapat digunakan sebagai sumber belajar pada

⁶⁹Waryanti, Irawan Sugoro, Dasumiati. “Angsana (*Pterocarpus indicus*) sebagai Bioindikator untuk Polusi di Sekitar Terminal Lebak Bulus”. Jurnal Biologi, Volume 8, Nomor 1 (April 2015) h.50

⁷⁰Siregar, “Pencemaran Udara, Respon Tanaman dan Pengaruhnya pada Manusia”, (Skripsi Prodi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara, 2005), h.6

materi jaringan epidermis pada tumbuhan kelas XI IPA semester ganjil pada Sekolah Menengah Atas.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Hasil penelitian dan pembahasan memberikan kesimpulan bahwa emisi gas buang kendaraan bermotor berpengaruh terhadap jumlah dan kerapatan trikoma pada daun angkana (*Pterocarpus indicus* Willd). Hal tersebut merupakan respon tumbuhan akibat kehadiran emisi gas buang dari kendaraan bermotor. Tumbuhan melakukan respon untuk melindungi diri dari emisi gas buang dan partikulat debu yang masuk ke dalam daun melalui pembukaan stomata dengan cara memperkecil ukuran luas daun sehingga trikoma menjadi semakin rapat. Trikoma yang rapat berfungsi untuk melindungi daun dari polutan yang bersifat toksik bagi tanaman.

B. Saran

Saran dari peneliti supaya penelitian ini dapat bermanfaat maka sebaiknya :

1. Hasil penelitian ini dapat digunakan oleh guru biologi dan peserta didik sebagai tambahan ilmu pengetahuan dalam proses belajar mengajar.
2. Penelitian dapat dilanjutkan oleh peneliti berikutnya yang hendak melakukan penelitian tentang pengaruh emisi gas buang kendaraan bermotor terhadap kerapatan trikoma.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambardini Sri, Indrawati, R. (n.d.). "Karakter Trikoma Daun Tanaman Jati (*Tectona grandis* L.) yang Ditanam pada Tanah Pasca Tambang Emas Bombana dengan Variasi Dosis Pupuk Kandang Kambing". *Jurnal Biowallacea*, 2(1). April 2015
- Andria, Lina Riska, Endro Sutrisno, H. S. H. "Kajian Emisi Gas Rumah Kaca (CO_2 , CH_4 dan N_2O) akibat Aktivitas Kendaraan (Studi Kasus Area Sukun dan Terminal Terboyo)". *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(4). 2016
- Anisa, L., Fathia, N et. al. "Analisis Kemampuan Tanaman Semak di Median Jalan dalam Menyerap Logam Berat Pb". *Jurnal Produksi Tanaman*, 3(7). Oktober 2015
- Ardana, I.P.G. *Anatomi Tumbuhan*. Denpasar : Udayana University Press, 2012
- Azmat, R., Haider, S., Nasreen, H., Aziz, F., & Riaz, M. "A viable alternative mechanism in adapting the plants to heavy metal environment". *Pakistan Journal of Botany*, 41(6). 2009
- Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung (On-Line), tersedia di <https://lampung.bps.go.id> (5 Februari 2018)
- Bagus, I. "Rancang Bangun Catalytic Converter Material Substrat Tembaga Berlapis Mangan Untuk Mereduksi Emisi Gas Karbon Monoksida Motor Biasa". *Seminar Hasil Penelitian*. 2012
- Batara, E., & Siregar, M. "Pencemaran Udara, Respon Tanaman Dan Pengaruhnya Pada Manusia". *Skripsi Universitas Sumatera Utara*. 2005
- Budiyono, A. (n.d.). "Pencemaran Udara : Dampak Pencemaran Udara Pada Lingkungan" *Berita Dirgantara*, Volume 2 Nomor 1 . Maret 2007
- Caye, M., Duldulao, G., Gomez, R. A. "Effects of Vehicular Emission on Morphological Characteristics of Young and Mature Leaves of Sun Flower (*Tithonia diversifolia*) and Napier Grass (*Pennisetum purpureum*)". *Research Journal*, Volume XVI. 2008
- Desyanti, Chaerunnisa W. "Identifikasi Struktur Anatomi daun Angsana dan Beringin Akibat Pengaruh Vulkanik Pasca Gunung Merapi". *Skripsi Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor*. 2012
- Departemen Agama RI. *Al-Qur'an dan Terjemahannya Al Hikmah*. Bandung : CV Penerbit Diponegoro, 2015
- Dian, Rizkiaditama, Elly Purwanti, M. (n.d.). "Analisis Kadar Klorofil pada Pohon

Angsana (*Pterocarpus indicus* Willd) di Kawasan Ngoro Industri Persada (NIP) Ngoro Mojokerto sebagai Sumber Belajar Biologi". *Prosiding Seminar Nasional*. 29 April 2017

Fahn, A. *Anatomi Tumbuhan*. Yogyakarta : UGM Press, 1991

Gianfagna Thomas J., Chatherine D. Carter, J. N. S. "Temperature and Photoperiod Influence Trichome Density and Sesquiterpene Content of *Lycopersicon hirtusum* f. *hirtusum*". *Jurnal Plant Physiology*, 100(3).1992

Gutimah, Guti. "Analisis Kebutuhan Hutan Kota sebagai Penyerap Gas CO₂Antropogenik di Pusat Kota Medan". *Skripsi Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Sumatera Utara*. 2009

Helmy, Agoes M. Jacob, P. S. (n.d.). "Analisis Jaringan Tanaman Lindur (*Bruguiera gymnorhiza*) dan Pemanfaatannya sebagai Bahan Baku Pembuatan Biometal". *Jurnal Bonorowo Wetlands*, 2(2). 19 Juni 2012

Ingeswari, Nindia Ayu. "Karakteristik Stomata Daun Angsana (*Pterocarpus indicus* Willd) Berdasarkan Tempat yang Berbeda". *Skripsi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Muhammadiyah Malang*. 2016

Ismayanti, R. I., & Boedisantoso, R. (n.d.). "Kajian Emisi CO₂ Menggunakan Persamaan Mobile 6 Dan Mobile Combustion Dari Sektor Transportasi Di Kota Surabaya". *Jurnal Teknik Lingkungan*. 2015

Kartiko Wahyu Hening, Ismanto, S. W. "Studi Perbandingan Struktur Morfologi dan Anatomi Daun Mahoni (*Swietenia mahagoni* Jacq.) antara Daerah Kedunghalang Kota Bogor dengan Daerah Ciapus Kabupaten Bogor". *Jurnal Biologi, FMIPA, Universitas Pakuan*. 2016

Kimbal, Jhon W. *Biologi Umum*. Jakarta : Erlangga, 1998

Kurniawati, I. D., & Nurullita, U. "Indikator Pencemaran Udara Berdasarkan Jumlah Kendaraan dan Kondisi Iklim (Studi di Wilayah Terminal Mangkang dan Terminal Penggaron Semarang)". *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 12(2). 2017

Kusminingrum, Nanny. "Potensi Tanaman Dalam Menyerap Co 2 Dan Co Untuk Mengurangi Dampak Pemanasan Global". *Jurnal Pemukiman*, 3(2). 2 Juli 2008

Luqmanul, Hakim, Priambudi Trie Putra, A. L. Z. (n.d.). "Efektivitas Jalur Hijau dalam Mengurangi Polusi Udara oleh Kendaraan Bermotor". *Jurnal Arsitektur NALARs*, 16(1). 1 Januari 2017

Lustria, T. V. "Kajian Beban Emisi Pencemar Udara (TSP, NO_x, SO₂, HC, CO) dan Gas Rumah Kaca (CO₂, CH₄, N₂O) Sektor Transportasi Darat Kota Yogyakarta

dengan Metode Tier 1 dan Tier 2". *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(1). 2016

- Magtoto, L. M., & Mones, D. G. "Morpho-Anatomical Characterization of *Tithonia Diversifolia* Gray Grwing on Sites Exposed to Vehicular Emissions". *International Journal of Plant, Animal, and Enviromental Sciences*, Volume 3 Nomor 3. September 2013
- Manik, S. T., Prihanta, W., & Purwanti, E. "Analisis Kandungan Timbal (Pb) pada Daun *Tamarindus indica* dan *Samaneasaman* di Kecamatan Garum Kabupaten Blitar". *Jurnal Biologi, Sains dan Lingkungan*. 2015
- Mansur Muhammad, B. A. P. (n.d.). "Potensi Serapan Gas Karbondioksida (CO₂) pada Jenis-Jenis Pohon Pelindung Jalan". *Jurnal Biologi Indonesia*, 10(2). Febuari 2014
- Marizal Surya, Djalal Tanjung, H. A. S. "Dampak Pencemaran Udara oleh Emisi Gas SO₂ dan NO₂ Kendaraan Bermotor terhadap Resistensi Pohon Tanjung (*Mimusop elengi* L) sebagai Vegetasi Pelindung di Kota Yogyakarta". *Jurnal Sains Dan Sibernatika*, XVIII(4). 2005
- Mulyani, Sri. *Anatomi Tumbuhan*. Yogyakarta : Penerbit Kanisius, 2006
- Mutaqin, A. Z., Budiono, R., Setiawati, T., Nurzaman, M., & Fauzia, R. S. "Studi Anatomi Stomata Daun Mangga (*Mangifera indica*) Berdasarkan Perbedaan Lingkungan". *Jurnal Biodjati*, 1(1). November 2016
- Muziansyah, Devianti, Rahayu Sulistyorini, S. S. (n.d.). Model Emisi Gas Buangan Kendaraan Bermotor Akibat Aktivitas Transportasi (Studi Kasus : Terminal Pasar Bawah Ramayana Kota Bandar Lapung. *Jurnal JRSDD*, 3(1). Maret 2015
- N, Hutalangung Annie, Delvian, D. E. (n.d.). "Analisis Kualitas Pohon di 5 Jalur Hijau Kota Pematangsiantar". *Jurnal Teodolita*, 8(2). 2016
- Oktarani, E. P. G. "Struktur Anatomi Daun Akasia dan Mahoni Akibat Pengaruh Gas dan Materi Vulkanik Pasca Letusan Gunung Merapi Derah Istimewa Yogyakarta". *Skripsi Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor*. 2008
- Ondrej, Majernik, T.M. "Effects of SO₂ Pollution on Stomatal Movements in *Vicia faba*". *Journal Biologi and Sciences*. (6 August 1971)
- Peraturan Daerah Provinsi Daerah Khusus Ibu Kota Jakarta Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Transportasi Pasal 51 Ayat (1)

- Philip, K. *Ekologi Industri*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta, 2002
- Prima, Y. G. (n.d.). "Pertumbuhan Daun Angsana (*Pterocarpus indicus* Willd) dan Akumulasi Logam Timbal (Pb)". *Jurnal Biologi Universitas Andalas*, 2(2). Juni 2013
- Puspita, Dewi Veni, Iin Hindun, S. W. "Studi Trikoma Daun pada Famili Solanaceae sebagai Sumber Belajar Biologi". *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 1(2). 2015
- Qonita Faizah Indah, Pangesti Nugrahani, S. (n.d.). "Toleransi Beberapa Spesies Tanaman Lanskap Terhadap Pencemaran Udara di Taman Pelangi Surabaya". *Jurnal Plumula*, 5(2). Juli 2016
- Saebani, Beni Ahmad. *Metode Penelitian*. Bandung : Pustaka Setia, 2008
- Salisbury, Frank B, Cleon W Ross. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 1*. Bandung : ITB Press, 1995
- Setiyo, Huboyo Haryono, S. S. (n.d.). "Pengaruh Kepadatan Kendaraan Bermotor dan Angin terhadap Konsentrasi Timbal (Pb) pada Daun Angsana (*Pterocarpus indicus*) dan Mahoni (*Swietenia macrophylla*) di Musim Kemarau". *Jurnal Presipitasi*, 6(1). Maret 2009
- Sett, R. "Responses in Plants Exposed to Dust Pollution". *Holticulture International Journal*, Volume 1 Nomor 2. 2017
- Sigit, P. "Kinerja Dinas Perhubungan Kota Bandar Lampung dalam Pelaksanaan Program ATCS (Area Traffic Control System) di Kota Bandar Lampung". *Skripsi Universitas Lampung*. 2016
- Slamet, Santoso, Sri Lestari, S. S. (n.d.). "Inventarisasi Tanaman Peneduh Jalan Penjerap Timbal di Purwokerto". *Prosiding Seminar Nasional*. 27 November 2017
- Sukardi. *Metode Penelitian Pendidikan*. Jakarta : Bumi Aksara, 2011
- Susaty, P. A. (n.d.). "Penghijauan sebagai Salah Satu Sarana Mewujudkan Kota Berwawasan Lingkungan". *Jurnal Teodolita*, 8(2). 2007
- Tafsir Al Jalalain, (On-Line) tersedia di <https://islamedia.web.id> (29 November 2018)
- Udlwi'ah, Binti. "Struktur dan Distribusi Trikoma Tumbuhan Marga *Nymphaea* di Kediri". *Artikel Skripsi Pendidikan Biologi, Universitas Nusantara PGRI Kediri*.

2015

Uka U.N., Hogarh J., Belford. "Morpho-Anatomical and Biochemical Responses of Plants to Air Pollution". *International Jurnal of Modern Botany*, Volume 7 Nomor 1. 2017

Utomo, Budi. "Fotosintesis pada Tumbuhan". *Karya Ilmiah Universitas Sumatera Utara*. 2007

Waryanti, Irawan Sugoro, Dasumiati. "Angsana (*Pterocarpus Indicus*) sebagai Bioindikator Untuk Polusi Di Sekitar Terminal Lebak Bulus". *Jurnal Biologi*, Volume 8 Nomor 1. April 2015

Winarno, J." Studi Emisi Gas Buang Kendaraan Bermesin Bensin Pada Berbagai Merk Kendaraan Dan Tahun Pembuatan". *Jurnal Teknik*, Nomor 55. 2014

Yudha, G. P., & Aneloi, Z. "Pertumbuhan Daun Angsana (*Pterocarpus indicus* Willd) dan Akumulasi Logam Timbal (Pb). *Jurnal Biologi Universitas Andalas*.2(2). Juni 2013



LAMPIRAN



LAMPIRAN I

DATA MENTAH TRIKOMA

KERAPATAN TRIKOMA UIN DAN SOEKARNO HATTA							
POHON	DAUN	BAGIAN DAUN UIN			BAGIAN DAUN SOEKARNO HATTA		
		PANGKAL	TENGAH	UJUNG	PANGKAL	TEGAH	UJUNG
1	1	10	5,71	4,28	23,57	24,28	16,42
	2	7,14	7,14	4,28	24,28	22,14	16,42
	3	7,85	6,14	5,71	16,42	15,71	10
2	1	7,64	7,64	6,42	21,42	26,42	18,57
	2	7,85	5,71	4,28	30	22,85	16,42
	3	6,42	5,71	5	20,71	19,28	19,28
3	1	8,57	5,71	4,28	18,57	22,85	14,28
	2	7,14	7,14	4,28	21,42	15	19,28
	3	7,85	7,14	5,71	24,28	17,14	16,42
4	1	7,14	5	5	20	15,57	15,71
	2	5,71	6,42	6,42	15	13,57	12,85
	3	7,64	7,85	6,42	15,71	15	10
5	1	8,57	7,14	7,85	21,42	22,85	18,57
	2	7,14	5,71	6,42	20	24,28	12,14
	3	7,14	5	5	26,42	18,57	14,28
6	1	13,57	7,14	8,57	17,14	13,57	11,42
	2	10	10	9,28	15	12,14	10
	3	12,87	10	8,57	15,71	10	10,71
7	1	10	10	8,57	30	26,42	16,42
	2	10,71	7,14	9,28	28,57	20,71	19,28
	3	6,42	7,14	5,71	30,71	21,42	15,71
8	1	4,28	5,71	5	12,14	9,28	8,57
	2	4,28	5	5	17,85	12,85	7,85
	3	5	7,14	5,71	15,71	15	12,14
9	1	10	10,71	8,52	20	15,57	15,71
	2	10	10,71	12,14	15	13,57	12,85
	3	10,71	5,71	7,85	15,71	12,14	10
10	1	7,14	7,14	3,57	16,42	12,85	10,71
	2	5	3,57	5	14,28	13,57	7,85
	3	8,57	5,71	2,14	18,57	17,85	6,42
11	1	6,42	5,71	5,71	18,57	15	16,42

	2	7,85	8,57	8,57	22,85	15,71	7,14
	3	7,14	12,14	7,14	23,5	19,28	17,14
12	1	10	10,71	9,28	15	14,28	13,57
	2	5	3,57	10	15,71	13,57	7,14
	3	8,57	10	9,28	17,14	20,71	12,14
RATA RATA		7,243055556			16,81138889		

PANJANG TRIKOMA UIN DAN SOEKARNO HATTA							
POHON	DAUN	BAGIAN DAUN UIN			BAGIAN DAUN SOEKARNO HATTA		
		PANGKAL	TENGAH	UJUNG	PANGKAL	TEGAH	UJUNG
1	1	125	125	100	100	92,5	130
	2	75	100	112,5	150	187,5	90
	3	112,5	87,5	100	107,5	105	87,5
2	1	100	100	125	137,5	105	62,5
	2	87,5	250	150	120	125	162,5
	3	125	100	125	112,5	125	110
3	1	125	75	100	57,5	90	107,5
	2	100	100	132,5	87,5	137,5	75
	3	250	112,5	137,5	85	107,5	130
4	1	125	112,5	100	120	105	100
	2	150	100	112,5	110	95	97,5
	3	125	250	120	87,5	85	100
5	1	125	52	150	102,5	100	87,5
	2	100	125	200	112,5	120	200
	3	65	112,5	112,5	58	200	175
6	1	130	112,5	150	112,5	175	125
	2	150	100	112,5	100	100	112,5
	3	170	175	145	120	175	100
7	1	107,5	130	125	100	137,5	75
	2	132,5	225	135	150	125	100
	3	125	120	100	125	92,5	100
8	1	145	150	130	112,5	125	75
	2	175	150	155	112,5	150	112,5
	3	115	112,5	70	150	100	100
9	1	150	137,5	130	95	102,5	125
	2	137,5	135	122,5	112,5	200	100

	3	112,5	95	125	75	87,5	80
10	1	120	105	142,5	125	175	87,5
	2	142,5	145	105	112,5	75	105
	3	150	150	102,5	157,5	87,5	112,5
11	1	125	165	90	87,5	75	175
	2	137,5	135	145	112,5	62,5	75
	3	140	92,5	150	125	130	87,5
12	1	122,5	130	112,5	100	112,5	100
	2	175	100	112,5	62,5	120	100
	3	180	170	137,5	87,5	117,5	100
RATA RATA		128,1898148			111,5787037		

DIAMETER TRIKOMA UIN DAN SOEKARNO HATTA							
POHON	DAUN	BAGIAN DAUN UIN			BAGIAN DAUN SOEKARNO HATTA		
		PANGKAL	TENGAH	UJUNG	PANGKAL	TEGAH	UJUNG
1	1	30	27,5	27,5	20	27,5	22,5
	2	25	27,5	22,5	32,5	20	25
	3	25	25	27,5	20	20	17,5
2	1	22,5	15	25	17,5	22,5	22,5
	2	22,5	22,5	25	22,5	25	30
	3	20	25	27,5	20	25	20
3	1	25	22,5	22,5	25	17,5	25
	2	25	27,5	22,5	22,5	25	25
	3	25	22,5	27,5	25	22,5	30
4	1	25	22,5	22,5	30	25	20
	2	25	25	30	25	27,5	22,5
	3	25	25	27,5	20	20	17,5
5	1	25	25	22,5	20	22,5	20
	2	30	25	17,5	22,5	25	22,5
	3	20	25	27,5	20	25	25
6	1	20	27,5	25	20	20	22,5
	2	22,5	25	22,5	22,5	17,5	30
	3	25	17,5	25	25	22,5	20
7	1	17,5	20	20	22,5	25	25
	2	20	17,5	22,5	27,5	27,5	17,5
	3	27,5	20	20	22,5	22,5	25

8	1	20	22,5	20	25	25	27,5
	2	25	25	25	25	25	17,5
	3	20	25	22,5	30	25	20
9	1	20	27,5	25	20	22,5	25
	2	25	25	17,5	27,5	25	25
	3	25	22,5	20	22,5	20	17,5
10	1	25	25	27,5	25	25	20
	2	30	25	25	25	22,5	27,5
	3	27,5	27,5	25	25	27,5	22,5
11	1	25	30	25	25	25	30
	2	25	20	20	25	17,5	17,5
	3	25	22,5	22,5	30	25	22,5
12	1	27,5	20	20	15	22,5	20
	2	30	22,5	22,5	15	17,5	22,5
	3	25	17,5	25	25	25	25
RATA RATA		23,86574074			23,1712963		



IAMPIRAN II

ANALISIS BEBAN EMISI

HASIL ANALISIS CO PER-HARI

NO	Hari ke 1							
	Jumlah kendaraan				Jumlah emisi			
	motor	mobil	Truk	Bus	motor	mobil	truk	bus
1	3793	396	0	0	10.620,40	3.168	0	0
2	3319	2599	1264	52	9.293,20	20.792	2.123,52	114,4
jumlah CO					19.913,60	23.960,00	2.123,52	114,40

NO	Hari ke 2							
	Jumlah kendaraan				Jumlah emisi			
	motor	mobil	Truk	Bus	motor	mobil	truk	bus
1	2721	265	0	0	7.618,80	2.120	0	0
2	2665	2352	1240	31	7.462	18.816	2.083,20	68,2
jumlah CO					15.080,80	20.936,00	2.083,20	68,20

NO	Hari ke 3							
	Jumlah kendaraan				Jumlah emisi			
	motor	mobil	Truk	Bus	motor	mobil	truk	Bus
1	2451	229	0	0	6.806,80	1.832	0	0
2	2931	2073	1583	41	8.206,20	16.584	2.659,40	90,2
jumlah CO					15.013,00	18.416,00	2.659,40	90,20

HASIL ANALISIS HC PERHARI

NO	Hari ke 1							
	Jumlah kendaraan				Jumlah emisi			
	motor	mobil	Truk	Bus	motor	mobil	truk	Bus
1	3793	396	0	0	4.475,74	316,8	0	0
2	3319	2599	1264	52	3.916,42	2.079,20	455,04	13,52
jumlah HC					8.392,16	2.396,00	455,04	13,52

NO	Hari ke 2							
	Jumlah kendaraan				Jumlah emisi			
	motor	mobil	Truk	Bus	motor	Mobil	truk	Bus
1	2721	265	0	0	3.210,78	212	0	0
2	2665	2352	1240	31	3.144,70	1881,6	446,4	8,06
jumlah HC					6.355,48	2.093,60	446,40	8,06

NO	Hari ke 3							
	Jumlah kendaraan				Jumlah emisi			
	motor	Mobil	Truk	Bus	motor	mobil	Truk	Bus
1	2451	229	0	0	2.868,58	183,58	0	0
2	2931	2073	1583	41	3.458,58	1.658,40	569,88	10,66
jumlah HC					6.327,16	1.841,98	569,88	10,66

HASIL ANALISIS NOx PERHARI

NO	Hari ke 1							
	Jumlah kendaraan				Jumlah emisi			
	motor	Mobil	Truk	Bus	motor	Mobil	truk	Bus
1	3793	396	0	0	219,99	158,4	0	0
2	3319	2599	1264	52	192,5	1.039,60	4.474,56	123,76
jumlah NOx					412,49	1198	4474,56	123,76

NO	Hari ke 2							
	Jumlah kendaraan				Jumlah emisi			
	motor	Mobil	Truk	Bus	motor	Mobil	truk	Bus
1	2721	265	0	0	157,81	106	0	0
2	2665	2352	1240	31	154,57	940,8	4.389,60	73,78
jumlah NOx					312,38	1046,8	4389,6	73,78

NO	Hari ke 3							
	Jumlah kendaraan				Jumlah emisi			
	motor	mobil	Truk	Bus	motor	mobil	Truk	bus
1	2451	229	0	0	140,99	91,6	0	0
2	2931	2073	1583	41	169,99	829,2	5.603,82	97,58
jumlah NOx					310,98	920,8	5603,82	97,58

HASIL ANALISIS SO₂ PERHARI

NO	Hari ke 1							
	Jumlah kendaraan				Jumlah emisi			
	motor	Mobil	Truk	Bus	Motor	mobil	truk	Bus
1	3793	396	0	0	6,06	2,05	0	0
2	3319	2599	1264	52	5,31	13,51	207,29	9,67
jumlah SO ₂					11,37	15,56	207,29	9,67

NO	Hari ke 2							
	Jumlah kendaraan				Jumlah emisi			
	motor	mobil	Truk	Bus	motor	mobil	truk	Bus
1	2721	265	0	0	4,35	1,37	0	0
2	2665	2352	1240	31	4,26	12,23	203,36	5,67
jumlah SO ₂					8,61	13,6	203,36	5,67

NO	Hari ke 3							
	Jumlah kendaraan				Jumlah emisi			
	motor	mobil	Truk	Bus	motor	mobil	truk	bus
1	2451	229	0	0	3,88	1,19	0	0
2	2931	2073	1583	41	4,68	10,77	259,61	7,26
jumlah SO ₂					8,56	11,96	259,61	7,26

LAMPIRAN III

HASIL ANALISIS UJI t TRIKOMA

T-Test Kerapatan Trikoma

		Group Statistics			
	KELOMPOK	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
KERAPATAN TRIKOMA	UIN RIL	12	7.3717	1.44615	.41747
	SOEKARNO HATTA	12	16.8067	3.64510	1.05225

		Independent Samples Test				
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
		F	Sig.	T	df	Sig. (2-tailed)
KERAPATAN TRIKOMA	Equal variances assumed	14.309	.001	-8.335	22	.000
	Equal variances not assumed			-8.335	14.379	.000



		t-test for Equality of Means			
		Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
				Lower	Upper
KERAPATAN TRIKOMA	Equal variances assumed	-9.43500	1.13204	-11.7827	-7.0873
	Equal variances not assumed	-9.43500	1.13204	-11.8569	-7.0130

Case Processing Summary

		Cases					
		Valid		Missing		Total	
	KELOMPOK TRIKOMA	N	Percent	N	Percent	N	Percent
KERAPATAN	UIN RIL	12	100.0%	0	.0%	12	100.0%
	SOEKARNO-HATTA	12	100.0%	0	.0%	12	100.0%

Descriptives

KELOMPOK TRIKOMA			Statistic	Std. Error
KERAPATAN	UIN RIL	Mean	7.3717	.41747
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound 6.4528	
			Upper Bound 8.2905	
		5% Trimmed Mean	7.3402	
		Median	6.7350	
		Variance	2.091	
		Std. Deviation	1.44615	
		Minimum	5.31	
		Maximum	10.00	
		Range	4.69	
		Interquartile Range	2.04	
		Skewness	.660	.637
		Kurtosis	-.556	1.232
	SOEKARNO-	Mean	16.8067	1.05225

HATTA	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	14.4907	
		Upper Bound	19.1227	
	5% Trimmed Mean		16.6957	
	Median		16.0550	
	Variance		13.287	
	Std. Deviation		3.64510	
	Minimum		12.37	
	Maximum		23.24	
	Range		10.87	
	Interquartile Range		6.11	
	Skewness		.432	.637
	Kurtosis		-1.113	1.232

Tests of Normality							
KERAPATAN	KELOMPOK	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
	TRIKOMA						
	UIN RIL	.234	12	.067	.910	12	.215
	SOEKARNO-HATTA	.207	12	.164	.924	12	.323

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variance				
KERAPATAN			Levene Statistic	Sig.
			df1	df2
	Based on Mean		14.309	.001
	Based on Median		11.099	.003
	Based on Median and with adjusted df		11.099	.004

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
KERAPATAN	Based on Mean	14.309	1	22	.001
	Based on Median	11.099	1	22	.003
	Based on Median and with adjusted df	11.099	1	18.121	.004
	Based on trimmed mean	14.257	1	22	.001

T-Test Panjang Trikoma

Group Statistics

		KELOMPOK	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
PANJANG TRIKOMA	UIN		12	1.2819E2	9.62943	2.77978
	SOEKARNO		12	1.1157E2	9.91923	2.86344
	HATTA					

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
		F	Sig.	T	df	Sig. (2-tailed)
PANJANG TRIKOMA	Equal variances assumed	.347	.562	4.162	22	.000
	Equal variances not assumed			4.162	21.981	.000

		t-test for Equality of Means			
		Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
				Lower	Upper
PANJANG	Equal variances assumed	16.61083	3.99079	8.33444	24.88723
TRIKOMA	Equal variances not assumed	16.61083	3.99079	8.33402	24.88765

Case Processing Summary

		Cases					
		Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
PANJANG	KELOMPOK						
TRIKOMA	UIN RIL	12	100.0%	0	.0%	12	100.0%
	SOEKARNO-HATTA	12	100.0%	0	.0%	12	100.0%



Descriptives

KELOMPOK TRIKOMA			Statistic	Std. Error
PANJANG	UIN RIL	Mean	1.2818E2	2.77978
TRIKOMA		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound 1.2207E2 Upper Bound 1.3430E2	
		5% Trimmed Mean	1.2896E2	
		Median	1.3014E2	
		Variance	92.726	
		Std. Deviation	9.62943	
		Minimum	104.16	
		Maximum	138.33	

SOEKARNO-HATTA	Range		34.17	
	Interquartile Range		7.36	
	Skewness		-1.643	.637
	Kurtosis		2.895	1.232
	Mean		1.1157E2	2.86344
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	1.0527E2	
		Upper Bound	1.1788E2	
	5% Trimmed Mean		1.1142E2	
	Median		1.1346E2	
	Variance		98.391	
	Std. Deviation		9.91923	
	Minimum		97.50	
	Maximum		128.38	
	Range		30.88	
	Interquartile Range		16.66	
	Skewness		.097	.637
	Kurtosis		-.949	1.232



Case Processing Summary

KELOMPOK		Cases					
		Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
PANJANG	UIN RIL	12	100.0%	0	.0%	12	100.0%
TRIKOMA	SOEKARNO-HATTA	12	100.0%	0	.0%	12	100.0%

		Tests of Normality					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
PANJANG	KELOMPOKTRIKOMA						
	MA						
	UIN RIL	.237	12	.062	.837	12	.025
	SOEKARNO-HATTA	.145	12	.200*	.949	12	.618

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

T-Test Diameter Trikoma

		Group Statistics				
		KELOMPOK	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
DIAMETER	UIN		12	23.7758	1.71254	.49437
TRIKOMA	SOEKARNO		12	23.0825	1.13697	.32821
	HATTA					



Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
		F	Sig.	T	df	Sig. (2-tailed)
DIAMETER	Equal variances assumed	1.154	.294	1.168	22	.225
TRIKOMA	Equal variances not assumed			1.168	19.119	.257

		t-test for Equality of Means			
		Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
				Lower	Upper
DIAMETER	Equal variances assumed	.69333	.59340	-53731	1.92397
TRIKOMA	Equal variances not assumed	.69333	.59340	-54814	1.93481

Case Processing Summary

		Cases					
		Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
DIAMETER	KELOMPOK						
TRIKOMA	UIN RIL	12	100.0%	0	.0%	12	100.0%
	SOEKARNO-HATTA	12	100.0%	0	.0%	12	100.0%



Descriptives

		KELOMPOK		Statistic	Std. Error
DIAMETER	UIN RIL	Mean		23.7758	.49437
TRIKOMA		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	22.6877	
			Upper Bound	24.8639	
		5% Trimmed Mean		23.8104	
		Median		23.6050	
		Variance		2.933	
		Std. Deviation		1.71254	

SOEKARNO- HATTA				Minimum		20.55	
				Maximum		26.38	
				Range		5.83	
				Interquartile Range		2.60	
				Skewness		-.042	.637
				Kurtosis		-.074	1.232
				Mean		23.0825	.32821
			95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound		22.3601	
				Upper Bound		23.8049	
				5% Trimmed Mean		23.1322	
				Median		22.9100	
				Variance		1.293	
				Std. Deviation		1.13697	
				Minimum		20.83	
				Maximum		24.44	
				Range		3.61	
				Interquartile Range		1.89	
				Skewness		-.398	.637
				Kurtosis		-.527	1.232

		Tests of Normality					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	KELOMPOK	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
DIAMETER	UIN RIL	.106	12	.200*	.964	12	.837
TRIKOMA	SOEKARNO- HATTA	.175	12	.200*	.908	12	.204

a. Lilliefors Significance Correction


*. This is a lower bound of the true significance.

		Test of Homogeneity of Variance			
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
DIAMETER TRIKOMA	Based on Mean	1.154	1	22	.294
	Based on Median	1.127	1	22	.300
	Based on Median and with adjusted df	1.127	1	17.570	.303
	Based on trimmed mean	1.113	1	22	.303

LAMPIRAN IV

HASIL ANALISIS UJI t EMISI GAS BUANG

T-Test CO



		Group Statistics			
KELOMPOK		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
CO	UIN	3	1.0722E4	2711.71168	1565.60747
	SOEKARNO HATTA	3	2.9431E4	2544.11076	1468.84303

		Independent Samples Test				
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
		F	Sig.	T	df	Sig. (2-tailed)
CO	Equal variances assumed	.020	.894	-8.715	4	.001

Independent Samples Test


		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
		F	Sig.	T	df	Sig. (2-tailed)
CO	Equal variances assumed	.020	.894	-8.715	4	.001
	Equal variances not assumed			-8.715	3.984	.001

		t-test for Equality of Means			
		Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
				Lower	Upper
CO	Equal variances assumed	-18658.3333	2180.87656	-24713.4173	-12603.24
	Equal variances not assumed	-18658.3333	2180.87656	-24715.7199	-12600.94



Case Processing Summary

		Cases					
		Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
CO	KELOMPOK						
	UIN RIL	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	SOEKARNO HATTA	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%

Descriptives			Statistic	Std. Error
KELOMPOK				
CO	UIN RIL	Mean	1.0722E4	1.56561E3
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	3.9856E3
			Upper Bound	1.7458E4
		5% Trimmed Mean	.	.
		Median	9.7388E3	.
		Variance	7.353E6	.
		Std. Deviation	2.71171E3	.
		Minimum	8638.80	.
		Maximum	1.38E4	.
		Range	5149.20	.
		Interquartile Range	.	.
		Skewness	1.417	1.225
		Kurtosis	.	.
				
SOEKARNO HATTA		Mean	2.0260E4	1.01784E4
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	-2.3534E4
			Upper Bound	6.4054E4
		5% Trimmed Mean	.	.
		Median	2.8429E4	.
		Variance	3.108E8	.
		Std. Deviation	1.76296E4	.
		Minimum	27.54	.
		Maximum	3.23E4	.
		Range	3.23E4	.
		Interquartile Range	.	.

Skewness	-1.637	1.225
Kurtosis	.	.

Tests of Normality							
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
KELOMPOK		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
CO	UIN RIL	.308	3	.	.901	3	.390
	SOEKARNO HATTA	.345	3	.	.839	3	.211

a. Lilliefors Significance Correction

T-Test HC

		Group Statistics			
	KELOMPOK	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
HC	UIN	3	3.7558E3	916.74462	529.28275
	SOEKARNO HATTA	3	5.8808E3	516.69903	298.31633

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
		F	Sig.	T	df	Sig. (2-tailed)
HC	Equal variances assumed	1.67	.266	-3.497	4	.025
	Equal variances not assumed			-3.497	3.153	.037

		t-test for Equality of Means			
		Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
				Lower	Upper
HC	Equal variances assumed	-2125.0000	607.68	-3812.20	-437.79
	Equal variances not assumed	-2125.0000	2180.87	-4006.78	-243.21

Case Processing Summary								
			Cases					
			Valid		Missing		Total	
	KELOMPOK		N	Percent	N	Percent	N	Percent
HC	UIN RIL		3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	SOEKARNO HATTA		3	100.0%	0	.0%	3	100.0%

Descriptives					Statistic	Std. Error
HC	UIN RIL	Mean			3.7558E3	5.29283E2
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound		1.4785E3	
			Upper Bound		6.0331E3	
		5% Trimmed Mean			.	
		Median			3.4228E3	
		Variance			8.404E5	
		Std. Deviation			9.16745E2	
		Minimum			3052.16	
		Maximum			4792.54	
		Range			1740.38	

SOEKARNO HATTA	Interquartile Range	.	.
	Skewness	1.419	1.225
	Kurtosis	.	.
	Mean	5.8808E3	2.98316E2
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	4.5973E3
		Upper Bound	7.1644E3
	5% Trimmed Mean	.	.
	Median	5.6975E3	.
	Variance	2.670E5	.
	Std. Deviation	5.16699E2	.
	Minimum	5480.76	.
	Maximum	6464.18	.
	Range	983.42	.
	Interquartile Range	.	.
	Skewness	1.395	1.225
	Kurtosis	.	.



Tests of Normality							
KELOMPOK		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
HC	UIN RIL	.308	3	.	.901	3	.389
	SOEKARNO HATTA	.305	3	.	.906	3	.404

a. Lilliefors Significance Correction

T-Test NOx

Group Statistics					
KELOMPOK		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
NOx	UIN RIL	3	2.9160E2	76.76903	44.32262
	SOEKARNO HATTA	3	6.0299E3	596.48959	344.38343

Independent Samples Test					
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means	
		F	Sig.	T	Sig. (2-tailed)
NOx	Equal variances assumed	8.002	.047	-16.526	.000
	Equal variances not assumed			-16.526	.003

		t-test for Equality of Means			
		Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
				Lower	Upper
NOx	Equal variances assumed	-5738.3233	347.2239	-6702.37	-4774.2752
	Equal variances not assumed	-5738.3233	347.2239	-7187.33	-4289.3093

Case Processing Summary

		Cases					
		Valid		Missing		Total	
	KELOMPOK	N	Percent	N	Percent	N	Percent
NOx	UIN RIL	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	SOEKARNO HATTA	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%

Descriptives

			Statistic	Std. Error
NOx	UIN RIL	Mean	2.9160E2	44.32262
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	1.0089E2
			Upper Bound	4.8230E2
		5% Trimmed Mean	.	.
		Median	2.6381E2	.
		Variance	5.893E3	.
		Std. Deviation	7.67690E1	.
		Minimum	232.59	.
		Maximum	378.39	.
		Range	145.80	.
		Interquartile Range	.	.
		Skewness	1.415	1.225
		Kurtosis	.	.
	SOEKARNO HATTA	Mean	6.0299E3	3.44383E2
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	4.5482E3
			Upper Bound	7.5117E3
		5% Trimmed Mean	.	.
		Median	5.8304E3	.

Variance	3.558E5	
Std. Deviation	5.96490E2	
Minimum	5558.75	
Maximum	6700.59	
Range	1141.84	
Interquartile Range	.	
Skewness	1.337	1.225
Kurtosis	.	.

Tests of Normality							
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
KELOMPOK		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
NOx	UIN RIL	.308	3	.	.902	3	.391
	SOEKARNO HATTA	.298	3	.	.916	3	.439

a. Lilliefors Significance Correction



T-Test SO₂

Group Statistics					
KELOMPOK		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
SO ₂	UIN	3	6.3000	1.60084	.92425
	SOEKARNO HATTA	3	2.4787E2	30.26956	17.47614

Independent Samples Test					
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means	
		F	Sig.	T	Sig. (2-tailed)
SO ₂	Equal variances assumed	11.34	.028	-13.821	.000
	Equal variances not assumed			-13.821	.005

		t-test for Equality of Means			
		Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
				Lower	Upper
SO ₂	Equal variances assumed	-241.6033	17.4814	-290.1395	-193.0671
	Equal variances not assumed	-241.6033	17.4812	-316.4194	-166.7872

Case Processing Summary

		Cases					
		Valid		Missing		Total	
	KELOMPOK	N	Percent	N	Percent	N	Percent
SO ₂	UIN RIL	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%
	SOEKARNO HATTA	3	100.0%	0	.0%	3	100.0%

Descriptives

			Statistic	Std. Error
SO ₂	UIN RIL	Mean	6.3000	.92425
		95% Confidence Interval for Mean	2.3233	
		Lower Bound		
		Upper Bound	10.2767	
		5% Trimmed Mean	.	
		Median	5.7200	
		Variance	2.563	
		Std. Deviation	1.60084	
		Minimum	5.07	
		Maximum	8.11	
		Range	3.04	
		Interquartile Range	.	
	SOEKARNO HATTA	Skewness	1.416	1.225
		Kurtosis	.	.
		Mean	2.4787E2	17.47614
		95% Confidence Interval for Mean	1.7268E2	
		Lower Bound		
		Upper Bound	3.2307E2	
		5% Trimmed Mean	.	
		Median	2.3578E2	



Variance	916.247	
Std. Deviation	3.02696E1	
Minimum	225.52	
Maximum	282.32	
Range	56.80	
Interquartile Range	.	
Skewness	1.511	1.225
Kurtosis	.	.



Tests of Normality							
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
KELOMPOK		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
SO ₂	UIN RIL	.308	3	.	.902	3	.390
	SOEKARNO HATTA	.322	3	.	.880	3	.325





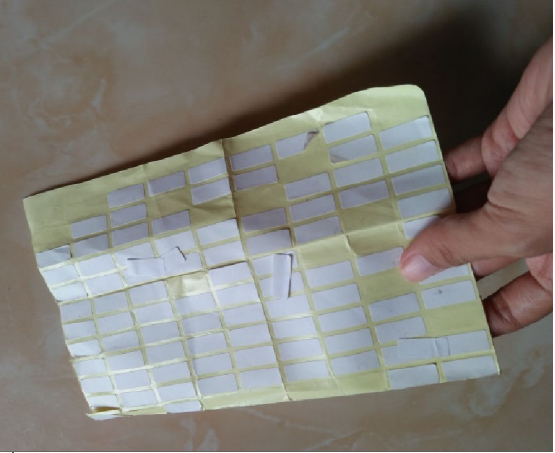
LAMPIRAN IV



ALAT DAN BAHAN


No	Keterangan	Gambar
1	Mikroskop	
2	Gelas objek	

3	Gunting	
4	Isolasi bening	

5	Alat tulis	
6	Kamera	

7	Kertas label	
8	Tissue	

9	Mikrometer kalibrasi	
10	Daun angsana	

11	Kutek bening	
----	--------------	---


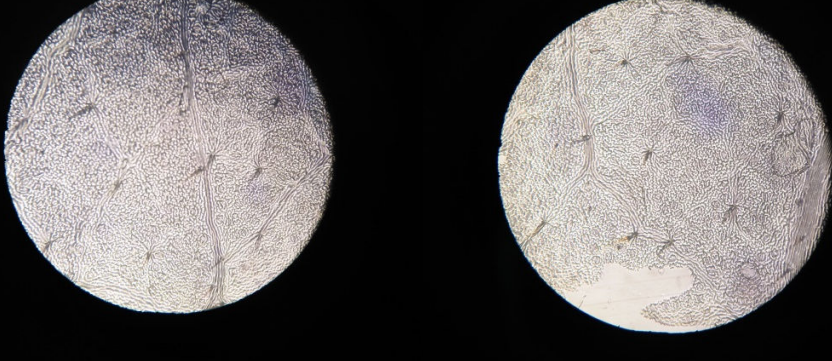





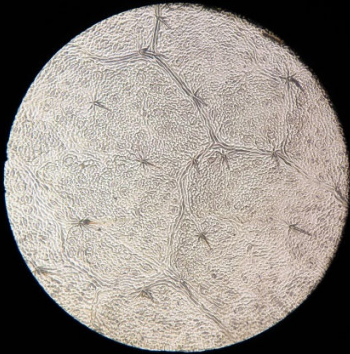


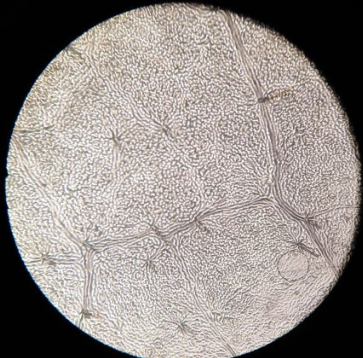
Gambar Kegiatan



LAMPIRAN V

GAMBAR KERAPATAN TRIKOMA UIN LAMPUNG

POHON 1	
POHON 2	
POHON 3	

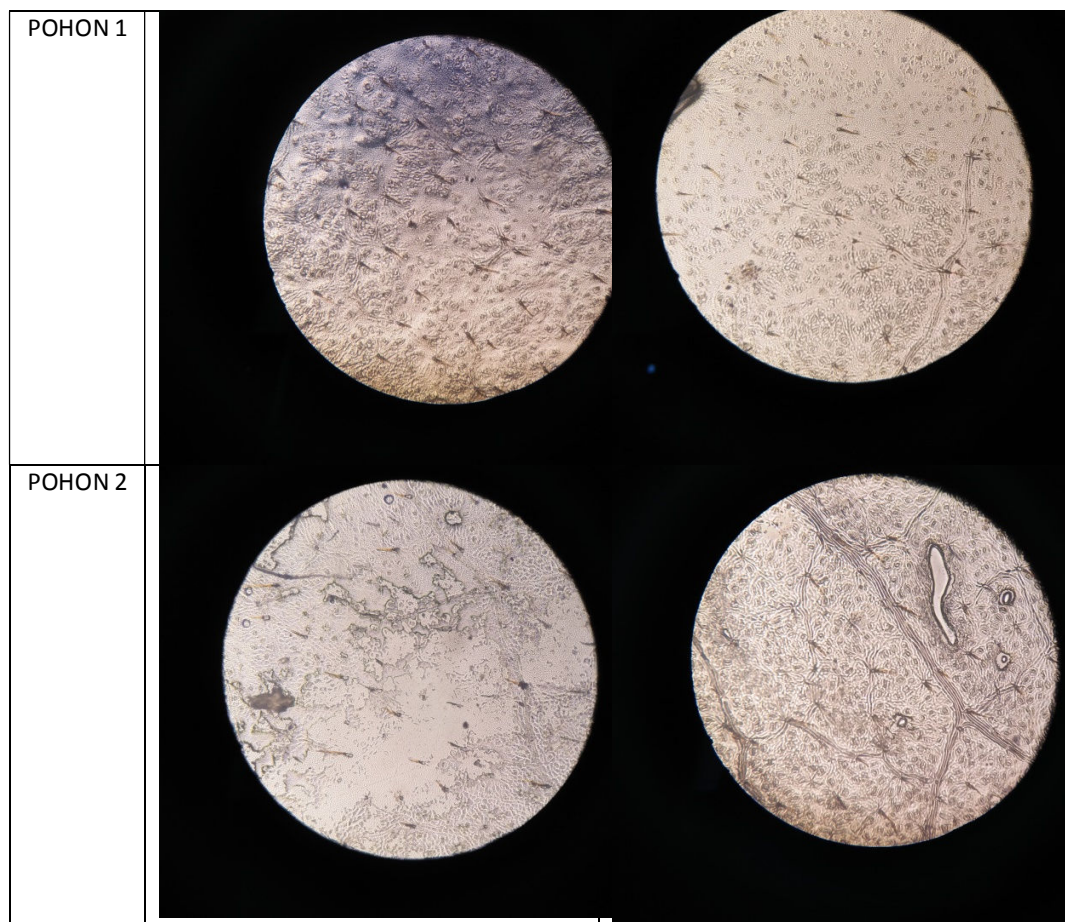
POHON 4	 
POHON 5	 
POHON 6	 





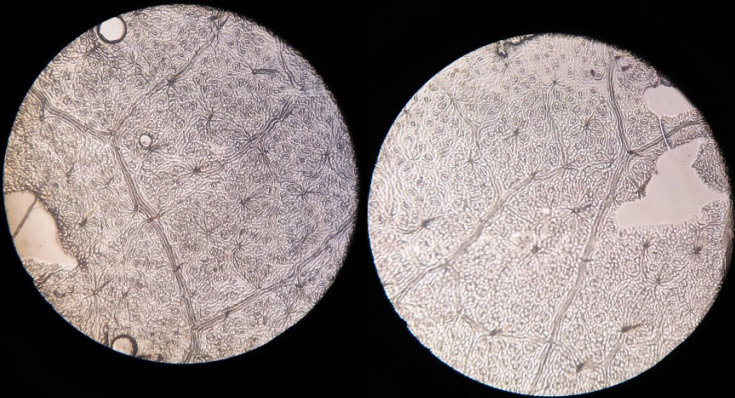
POHON 7	 
POHON 8	 
POHON 9	 

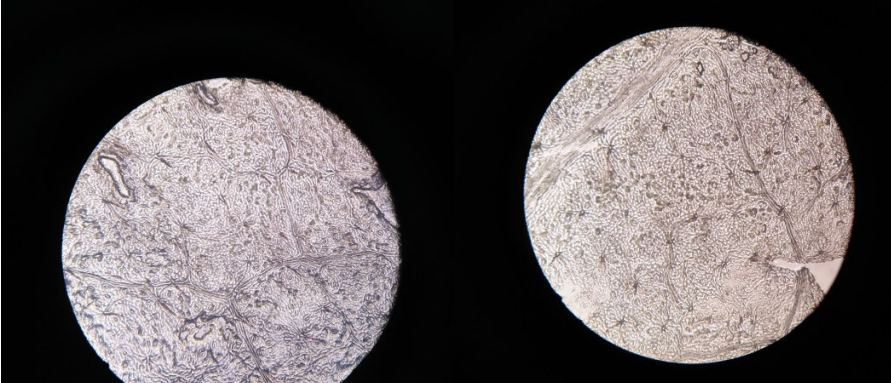
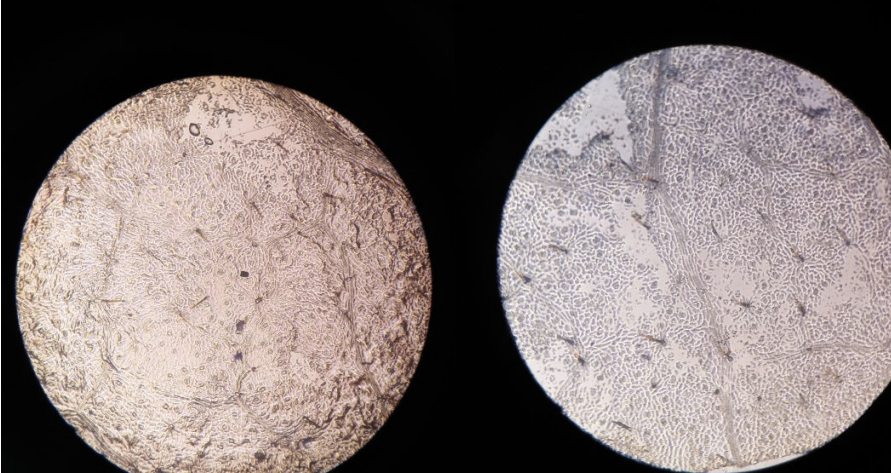
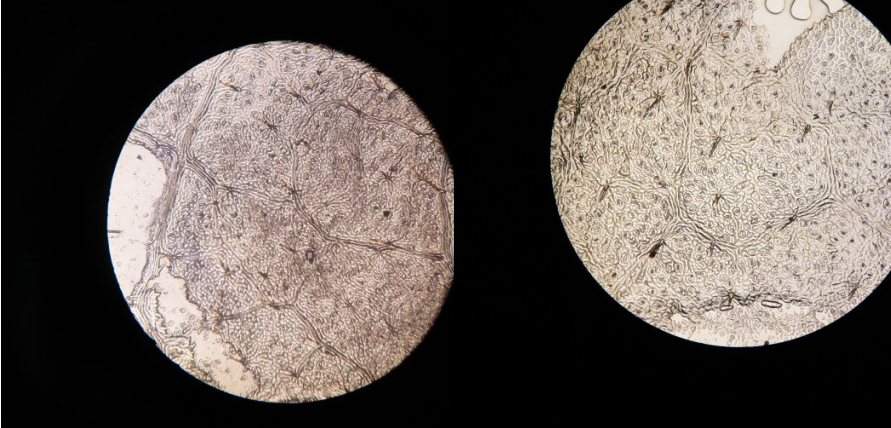
<p>POHON 10</p>	
<p>POHON 11</p>	
<p>POHON 12</p>	



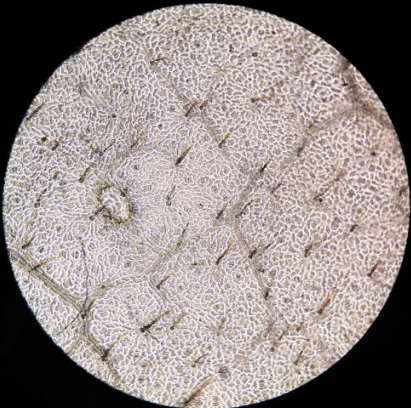



LAMPIRAN VI

GAMBAR KERAPATAN TRIKOMA JALAN SOEKARNO-HATTA



POHON 3		
POHON 4		
POHON 5 5		



<p>POHON 6</p>	
<p>POHON 7</p>	
<p>POHON 8</p>	



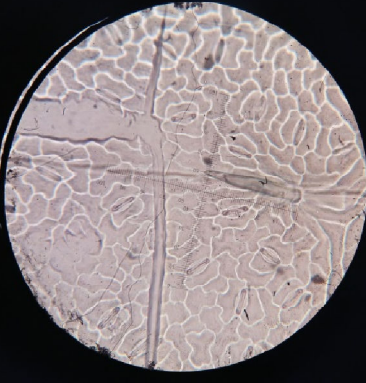



<p>POHON 9</p>	 
<p>POHON 10</p>	 
<p>POHON 11</p>	 


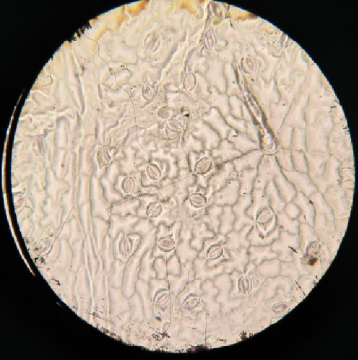









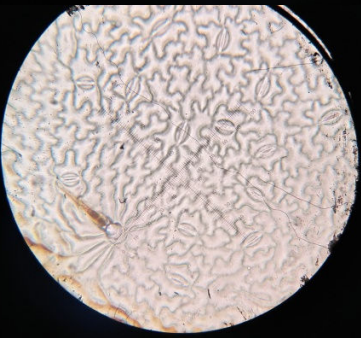
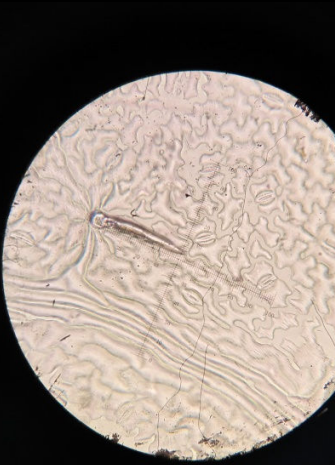

LAMPIRAN VII



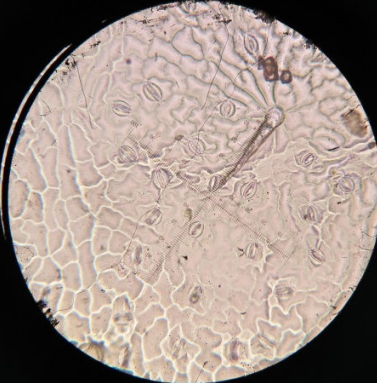

PANJANG DAN DIAMETER TRIKOMA UIN LAMPUNG

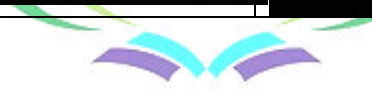
POHON	PANJANG TRIKOMA	DIAMETER TRIKOMA
1		

2		
3		
4		

5		
6		
7		

8		
9		
10		

11		
12		



LAMPIRAN VIII

PANJANG DAN DIAMETER TRIKOMA JALAN SOEKARNO HATTA

POHON	PANJANG TRIKOMA	DIAMETER TRIKOMA
1		
2		
3		
4		

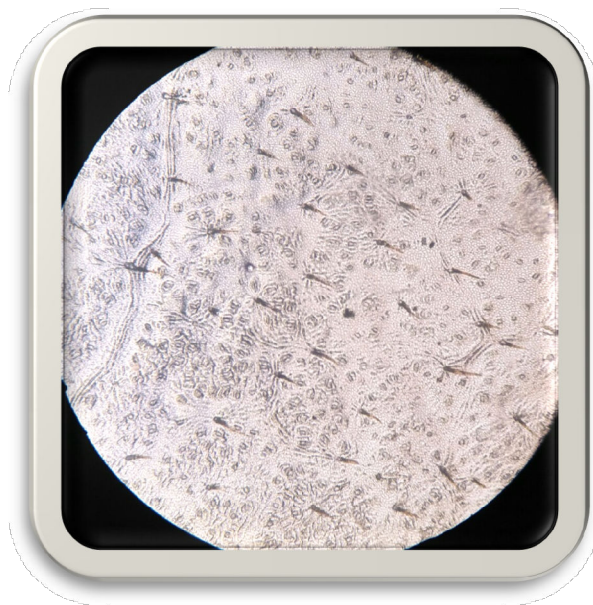


LAMPIRAN X

PENENTUN PRAKTIKUM

BIOLOGI

UNTUK SEKOLAH MENENGAH ATAS KELAS XI PROGRAM IPA



Sekolah Menengah Atas (SMA)

Lampung

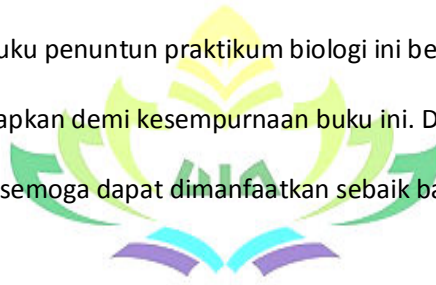
2018

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga buku praktikum ini dapat diselesaikan. Buku ini berjudul “Penuntun Praktikum Biologi” yang berisi penuntun praktikum dalam pelajaran Biologi materi Fotosintesis. Dengan adanya buku ini diharapkan dapat membantu kelancaran pelaksanaan kegiatan praktikum bagi siswa siswi SMA kelas XI semester ganjil.

Praktikum merupakan bagian dari pemantapan dan pendalaman materi Biologi. Di dalam buku penuntun ini, selain teori juga dijelaskan tata cara pelaksanaan praktikum. Meskipun demikian, siswa siswi diharapkan mempelajari literatur yang mendukung.

Penulis menyadari buku penuntun praktikum biologi ini belum sempurna, sehingga kritik dan saran sangat diharapkan demi kesempurnaan buku ini. Demikian buku penuntun praktikum Biologi ini dibuat, semoga dapat dimanfaatkan sebaik baiknya.



Bandar Lampung, 7 Januari 2018

Penulis

TATA TERTIB PRAKTIKUM

1. Praktikan harus hadir 5 menit sebelum praktikum dimulai dan keterlambatan maksimal 15 menit setelah praktikum dimulai.
2. Berpakaian rapih dan mengenakan jas praktikum
3. Tidak makan dan minum selama praktikum di ruangan laboratorium.
4. Melakukan praktikum sesuai perintah dari guru yang bersangkutan dan buku penuntun praktikum.
5. Jika terjadi kerusakan dan kehilangan alat selama praktikum maka praktikan diwajibkan melapor ke petugas laboratorium.
6. Selama praktikum praktikan tidak dibenarkan menyentuh atau menggunakan alat lain selain alat yang digunakan dalam kegiatan praktikum.
7. Membersihkan alat dan laboratorium setelah selesai melaksanakan praktikum.



DAFTAR ISI

Kata pengantar.....	i
Tata tertib praktikum.....	ii
Daftar isi	iii
Pendahuluan	1
F. Tujuan praktikum.....	1
G. Teori Dasar	1
H. Alat dan bahan	4
I. Cara kerja	5
J. Hasil pengamatan.....	6
Daftar pustaka	



PENDAHULUAN

Secara formal praktikum menjadi komponen dalam pembelajaran biologi bagi sekolah-sekolah di Indonesia. Praktikum memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk memenuhi dorongan rasa ingin tahu. Hal ini sangat menunjang kegiatan praktikum yang didalamnya peserta didik menemukan pengetahuan melalui eksplorasi terhadap alam. Untuk memahami sub konsep materi jaringan tumbuhan perlu dilakukan praktikum sama seperti materi yang lain dalam pelajaran biologi.

A. Tujuan Praktikum

Setelah melakukan praktikum ini siswa diharapkan dapat:

1. Mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kerapatan trikoma pada tanaman angsa (*Pterocarpus indicus*)
2. Mahasiswa dapat mengamati dan mengukur trikoma pada daun angsa.

B. Teori Dasar

Trikoma (jamak: trikomata) berasal dari bahasa Yunani yang artinya rambut. Semua tambahan uniselular maupun multiselular pada epidermis disebut trikoma. Trikoma merupakan turunan dari jaringan epidermis. Struktur yang lebih masif, seperti kutil, beberapa struktur sekresi, daun duri yang berasal dari jaringan epidermis maupun sub epidermis (emergensi). Trikoma dapat mengembangkan dinding sekunder, terkadang berlignin. Beberapa trikoma mungkin juga tanpa protoplas hidup.

Penggunaan trikoma dalam taksonomi sangat dikenal. Trikoma pada jaringan epidermis mempunyai sifat khusus sebagai pelindung dari polusi dan serangga, yang ditentukan oleh adanya kelenjar (glandula) atau tidak (nonsecretory), kerapatan, panjang, bentuk, dan ketegakkan trikoma. Morfologi trikoma memiliki keragaman dan dapat dijadikan sebagai kunci dari identifikasi marga, spesies, dan varietas dari berbagai famili yang diteliti.

Trikoma dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis yaitu trikoma glanduler (berkelenjar) dan trikoma nonglanduler (tanpa kelenjar).

3. Trikoma tanpa kelenjar

- e. Rambut yang uniseluler sederhana atau multiseluler uniseriat, yang tidak memipih, umum dijumpai seperti pada *Lauraceae*, *Moraceae*, *Triticum*, *Hordeum*, *Pelargonium*, dan *Gossypium*. Pada *Gossypium*, serat yang digunakan dalam perdagangan adalah rambut epidermis uniseluler yang panjangnya dapat mencapai 6 cm dan berada pada kulit biji. Kelompok itu mencakup papila dan gelembung yang juga dikenal sebagai rambut vesikuler.
- f. Rambut skuamiform (bentuk sisik) yang multiselular dan memipih secara nyata sekali. Tipe ini dapat tidak bertangkai (duduk), maka disebut sisik, atau bertangkai dan dikenal sebagai rambut berbentuk perisai (peltata), contohnya pada *Olea*, atau seperti pohon atau cabang pohon (dendrit), contohnya pada *Cruciferae*.

g. Rambut multiselular yang dapat berbentuk bintang (stelata), contohnya pada *Styrax*, seperti tempat lilin bercabang (kandelabrum), contohnya pada *Platanus* dan *Verbacum*.

h. Rambut kasar, trikoma dasar multiseriat, yang di pangkalnya terdiri atas sedikitnya dua atau lebih deretan sel yang berdampingan. Rambut seperti itu dapat dilihat pada pangkal tangkai daun *Portulaca oleraceae*.

4. Trikoma berkelenjar

Trikoma berkelenjar terlibat dalam sekresi berbagai bahan, contohnya larutan garam, larutan gula (nektar), trikoma yang mengeluarkan sekresi itu sering disebut kelenjar.

C. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- 
- 1) Mikroskop
 - 2) Alat tulis menulis
 - 3) Kamera
 - 4) Gunting
 - 5) Isolasi
 - 6) Tissue
 - 7) Gelas Objek
 - 8) Mikrometer Kalibrasi

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- 1) Daun angsa
- 2) Kutek bening

D. Cara kerja:

- g. Tiga tangkai daun dari masing-masing pohon yang telah diambil, kemudian dibersihkan menggunakan tisu agar daun bersih dari debu.
- h. Mengoleskan kutek transparan pada daun yang sudah bersih di bagian pangkal daun, tengah daun dan ujung daun. Pengolesan dilakukan di permukaan abaksial dan tunggu hingga kering.
- i. Menempelkan isolasi bening pada permukaan daun yang sudah diolesi kutek.
- j. Meratakan isolasi dengan jari supaya isolasi dapat menempel secara merata pada permukaan daun.
- k. Mengelupas isolasi secara perlahan dan menempelkan pada gelas objek
- l. Mengamati preparat dengan mikroskop, untuk kerapatan trikoma menggunakan perbesaran 10x10, untuk panjang dan diameter trikoma menggunakan perbesaran 40x10.
- m. Hitunglah ukuran dan kerapatan trikoma dari kedua jalan tersebut dengan menggunakan rumus:

Panjang Trikoma = Panjang Dalam Skala x Pengkali Kalibrasi.

$$KS = \frac{\sum \text{trikoma}}{\text{satuan luas bidang pandang}}$$

Keterangan:

KS = Kerapatan Trikoma.

E. Hasil Pengamatan

1. Panjang trikoma daun Angsana (*Pterocarpus indicus*)

Pohon	Daun	Bagian Daun		
		Pangkal	Tengah	Ujung
1	1			
	2			
	3			
2	1			
	2			
	3			
3	1			
	2			
	3			
Rata-Rata				

2. Kerapatan trikoma daun Angsana (*Pterocarpus indicus*)

Pohon	Daun	Bagian Daun		
		Pangkal	Tengah	Ujung
1	1			
	2			
	3			
2	1			
	2			
	3			
3	1			
	2			
	3			
Rata-Rata				



LAMPIRAN XI

SILABUS


Tingkat Satuan Pendidikan :SMA
Mata Pelajaran :(IPA) Biologi
Kelas: :XI
Alokasi Waktu :6 x 45 Menit

- KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
- KI 2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
- KI 3 : Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
- KI 4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.



KOMPETISI DASAR		MATERI POKOK	PEMBELAJARAN	PENILAIAN	ALOKASI WAKTU	SUMBER BELAJAR
1.2	Menyadari dan mengagumi pola pikir ilmiah dalam kemampuan mengamati bioproses.	Struktur & Fungsi Jaringan pada tumbuhan <ul style="list-style-type: none"> Jenis-jenis Jaringan pada tumbuhan. Sifat totipotensi dan kultur jaringan. Struktur dan fungsi jaringan pada tumbuhan. 	Mengamati <ul style="list-style-type: none"> Mengamati jaringan pada daun Menanya <ul style="list-style-type: none"> Apakah jaringan? Bagaimana jaringan pada tumbuhan? 	Tugas Observasi <ul style="list-style-type: none"> Kerja ilmiah dan keselamatan kerja saat melakukan pengamatan Pemahaman konsep berdasarkan tanya jawab selama proses pembelajaran 	6 x 45 menit	<ul style="list-style-type: none"> Buku siswa Buku biologi Campbell Sumber-sumber lain yang relevan Mikroskop, kaca benda, kaca penutup, silet, preparat/seediaan berbagai macam jaringan.
1.3	Peka dan peduli terhadap permasalahan lingkungan hidup, menjaga dan menyayangi lingkungan sebagai manifestasi pengamalan ajaran agama yang dianutnya.		Mengumpulkan Data (Eksperimen/Eksplorasi) <ul style="list-style-type: none"> Mengkaji literatur tentang struktur jaringan penyusun organ pada tumbuhan dari berbagai sumber berupa gambar dan keterangan. 	Portfolio <ul style="list-style-type: none"> Laporan Pengamatan 		
2.2	Berperilaku ilmiah: teliti, tekun, jujur terhadap data dan fakta, disiplin, tanggung jawab, dan peduli dalam		<ul style="list-style-type: none"> Melakukan pengamatan mikroskopis berbagai jaringan tumbuhan. Mendiskusikan arti 	Tes <ul style="list-style-type: none"> Konsep tentang jaringan pada tumbuhan 		



<p>observasi dan eksperimen, berani dan santun dalam mengajukan pertanyaan dan berargumentasi, peduli lingkungan, gotong royong, bekerjasama, cinta damai, berpendapat secara ilmiah dan kritis, responsif dan proaktif dalam dalam setiap tindakan dan dalam melakukan pengamatan dan percobaan di dalam kelas/laboratorium maupun di luar kelas/laboratorium. Peduli terhadap keselamatan diri dan lingkungan dengan menerapkan prinsip keselamatan kerja saat melakukan</p>		<p>sifat-sifat jaringan epidermis.</p> <p>Mengasosiasikan</p> <ul style="list-style-type: none"> Melalui diskusi kelompok menyimpulkan hasil pengamatan tentang jaringan dan mengaitkannya dengan hasil pengamatan mikroskopis sediaan/preparat yang dilakukan tentang bentuk, letak dan fungsi jaringan pada tumbuhan. <p>Mengkomunikasikan</p> <ul style="list-style-type: none"> Melaporkan hasil kesimpulan berupa gambar, tabel atau laporan tertulis atau 	<p>dan hewan, dan hubungannya dengan fungsinya dengan menunjukkan jaringan, dapat menunjukkan fungsinya</p> <ul style="list-style-type: none"> Kosakata baru dalam konsep jaringan tumbuhan dan hewan 	<ul style="list-style-type: none"> LKS Mikroskop ,preparat/sediaan dari jaringan tumbuhan dan hewan.
--	--	---	--	--

	kegiatan pengamatan dan percobaan di laboratorium dan di lingkungan sekitar.		mempresentasikan di depan kelas tentang struktur dan fungsi jaringan pada tumbuhan.			
3.3	Menerapkan konsep tentang keterkaitan hubungan antara struktur sel pada jaringan tumbuhan dengan fungsi organ pada tumbuhan berdasarkan hasil pengamatan.					
4.3	Menyajikan data tentang struktur anatomi jaringan pada tumbuhan berdasarkan hasil pengamatan untuk menunjukkan pemahaman hubungan antara struktur dan fungsi					



	jaringan pada tumbuhan terhadap bioproses yang berlangsung pada tumbuhan					
--	--	--	--	--	--	--

Mengetahui
Kepala SMA

(.....)
NIP/NIK:.....

.....2018
Guru Mata Pelajaran

(.....)
NIP/NIK:.....



LAMPIRAN XII

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN

(RPP)

Mata Pelajaran	: Biologi
Kelas / Semester	: XI (Sebelas)/ 1
Pertemuan	: 8 dan 9
Alokasi Waktu	: 4 jam pelajaran
Standar Kompetensi	: 2. Memahami keterkaitan antara struktur dan fungsi jaringan tumbuhan dan hewan serta penerapannya dalam konteks Saling temas
Kompetensi Dasar	:2.2 Mendeskripsikan struktur jaringan hewan Vertebrata dan mengkaitkan dengan fungsinya
Tujuan	: Siswa dapat mendeskripsikan struktur dan fungsi jaringan hewan. (nilai yang ditanamkan: Jujur, Kerjakeras, Toleransi, Rasa ingintahu, Komunikatif, Menghargai prestasi, Tanggung Jawab, Peduli lingkungan); ⑧ Karakter siswa yang diharapkan : ▪ Jujur, Kerjakeras, Toleransi, Rasa ingintahu, Komunikatif, Menghargai prestasi, Tanggung Jawab, Peduli lingkungan. ⑧ Kewirausahaan / Ekonomi Kreatif : ▪ Percaya diri, Berorientasi tugas dan hasil.

I. Indikator Pencapaian Kompetensi

- Menggambar berbagai jenis jaringan pada hewan berdasarkan pengamatan mikroskopis
- Mendeskripsikan struktur dan fungsi berbagai jaringan pada hewan

- Menjelaskan hubungan antara jaring, organ, dan sistem organ

II. Materi Ajar

- Struktur berbagai jaringan hewan
 1. Jaringan epitel
 2. Jaringan ikat
 3. Jaringan otot
 4. Jaringan saraf
- Organ pada hewan
- Sistem organ pada hewan

III. Metode Pembelajaran

Pengamatan-Diskusi

Strategi Pembelajaran

TatapMuka	Terstruktur	Mandiri
<ul style="list-style-type: none"> • Pengamatan struktur berbagai jaringan hewan 	<ul style="list-style-type: none"> • Membuat peta konsep jaringan hewan 	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa dapat Menyebutkan struktur dan fungsi berbagai jaringan hewan • Siswa dapat Menggambar struktur berbagai jaringan pada hewan

IV. Langkah-Langkah Pembelajaran

Pertemuan 8 (2 jam pelajaran)

A. Kegiatan awal (10 menit)

- Guru meminta siswa untuk mengidentifikasi berbagai jaringan yang terdapat pada hewan dengan membaca buku teks.
- Guru meminta siswa untuk melakukan pengamatan menggunakan mikroskop berbagai jaringan pada hewan dengan menggunakan Kegiatan 3.1.

A. Kegiatan inti (70 menit)

⑧ Eksplorasi

Dalam kegiatan eksplorasi :

- Siswa mempersiapkan mikroskop dan preparat awetan jaringan hewan untuk pengamatan. (nilai yang ditanamkan: Jujur, Kerjakeras, Toleransi, Rasa ingintahu, Komunikatif, Menghargai prestasi, Tanggung Jawab, Pedulilingkungan);

⑨ Elaborasi

Dalam kegiatan elaborasi,

- Siswa mengamati preparat awetan berbagai jaringan hewan. (nilai yang ditanamkan: Jujur, Kerjakeras, Toleransi, Rasa ingintahu, Komunikatif, Menghargai prestasi, Tanggung Jawab, Pedulilingkungan);
- Siswa menggambar hasil pengamatan dan memberi keterangan bagian-bagiannya. (nilai yang ditanamkan: Jujur, Kerjakeras, Toleransi, Rasa ingintahu, Komunikatif, Menghargai prestasi, Tanggung Jawab, Pedulilingkungan);
- Siswa menjawab pertanyaan diskusi. (nilai yang ditanamkan: Jujur, Kerjakeras, Toleransi, Rasa ingintahu, Komunikatif, Menghargai prestasi, Tanggung Jawab, Pedulilingkungan);

⑩ Konfirmasi

Dalam kegiatan konfirmasi, Siswa:

- Menyimpulkan tentang hal-hal yang belum diketahui (nilai yang ditanamkan: Jujur, Kerjakeras, Toleransi, Rasa ingintahu, Komunikatif, Menghargai prestasi, Tanggung Jawab, Pedulilingkungan.);
- Menjelaskan tentang hal-hal yang belum diketahui. (nilai yang ditanamkan: Jujur, Kerjakeras, Toleransi, Rasa ingintahu, Komunikatif, Menghargai prestasi, Tanggung Jawab, Pedulilingkungan.)

B. Kegiatan akhir (10 menit)

- Siswa bersama guru menyimpulkan ciri struktur berbagai jaringan hewan. (nilai yang ditanamkan: Jujur, Kerjakeras, Toleransi, Rasa ingintahu, Komunikatif, Menghargai prestasi, Tanggung Jawab, Pedulilingkungan);
- Siswa mengumpulkan laporan hasil pengamatan. (nilai yang ditanamkan: Jujur, Kerjakeras, Toleransi, Rasa ingintahu, Komunikatif, Menghargai prestasi, Tanggung Jawab, Pedulilingkungan);

Pertemuan 9 (2 jam pelajaran)

A. Kegiatan awal (10 menit)

- Guru menugaskan siswa untuk mempelajari struktur dan fungsi jaringan hewan dari buku.
- Guru menugaskan siswa menyusun informasi yang diperolehnya dalam bentuk tabel yang berisi nama jaringan, ciri-ciri, gambar, fungsi, dan lokasi.

B. Kegiatan inti (70 menit)

8 Eksplorasi

Dalam kegiatan eksplorasi :

- Siswa membaca buku Bab 3, kemudian membuat tabel deskripsi jaringan hewan. (nilai yang ditanamkan: Jujur, Kerjakeras, Toleransi, Rasa ingintahu, Komunikatif, Menghargai prestasi, Tanggung Jawab, Pedulilingkungan);
- Guru menunjukkan gambar organ dan jenis jaringan yang menyusunnya. (nilai yang ditanamkan: Jujur, Kerjakeras, Toleransi, Rasa ingintahu, Komunikatif, Menghargai prestasi, Tanggung Jawab, Pedulilingkungan);

8 Elaborasi

Dalam kegiatan elaborasi,

- Siswa menyimpulkan pengertian organ. (nilai yang ditanamkan: Jujur, Kerjakeras, Toleransi, Rasa ingintahu, Komunikatif, Menghargai prestasi, Tanggung Jawab, Pedulilingkungan);
- Guru meminta siswa menyebutkan salah satu sistem organ kemudian mengidentifikasi organ penyusunnya. (nilai yang ditanamkan: Jujur, Kerjakeras, Toleransi, Rasa ingintahu, Komunikatif, Menghargai prestasi, Tanggung Jawab, Pedulilingkungan);
- Siswa menyimpulkan pengertian sistem organ. (nilai yang ditanamkan: Jujur, Kerjakeras, Toleransi, Rasa ingintahu, Komunikatif, Menghargai prestasi, Tanggung Jawab, Pedulilingkungan);

8 Konfirmasi

Dalam kegiatan konfirmasi, Siswa:

- Menyimpulkan tentang hal-hal yang belum diketahui (nilai yang ditanamkan: Jujur, Kerjakeras, Toleransi, Rasa ingintahu, Komunikatif, Menghargai prestasi, Tanggung Jawab, Pedulilingkungan.);
- Menjelaskan tentang hal-hal yang belum diketahui. (nilai yang ditanamkan: Jujur, Kerjakeras, Toleransi, Rasa ingintahu, Komunikatif, Menghargai prestasi, Tanggung Jawab, Pedulilingkungan.)

C. Kegiatan akhir (10 menit)

- Siswa bersama guru menyimpulkan hubungan antara jaringan, organ, dan sistem organ. (nilai yang ditanamkan: Jujur, Kerjakeras, Toleransi, Rasa ingintahu, Komunikatif, Menghargai prestasi, Tanggung Jawab, Pedulilingkungan);
- Guru menunjukkan hubungan Salingtemas jaringan hewan pada penerapan Bedah Rekonstruksi Kulit. (nilai yang ditanamkan: Jujur, Kerjakeras, Toleransi, Rasa ingintahu, Komunikatif, Menghargai prestasi, Tanggung Jawab, Pedulilingkungan);

V. Alat /Bahan/Sumber

- Buku Kerja Biologi 2A, Ign. Khristiyono, Esis
- Buku Biologi XI, Dyah Aryulina, Esis. Bab III
- Mikroskop
- Preparat awetan jaringan hewan

IV. Penilaian

- Laporan hasil pengamatan jaringan hewan
- Uji kompetensi tertulis

